



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



Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia

Guía metodológica

Juan Carlos Ángel Sánchez
Marcela Cadavid Ordóñez
Carlos Ariel Ángel Calle



Serie: Sistema de
producción agrícola

Los autores

Juan Carlos Ángel Sánchez, M.Sc. Ingeniero agrónomo con maestría en Protección de Cultivos, egresado en 1987 de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y en 1999 del Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. Entre 1987-1988 fue asistente de investigación en los laboratorios de Fitopatología de Yuca y Virología, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). A finales de 1988 se integró al Programa de Variedades de Cenicaña. Autor y coautor de varios trabajos de investigación orientados al manejo sanitario de la caña de azúcar en Colombia, el manejo de estaciones cuarentenarias y la selección de variedades de caña, ha sido tutor de estudiantes de pregrado y posgrado. Cuenta con 27 años de experiencia en el reconocimiento de enfermedades de la caña de azúcar. Lidera en Cenicaña el Servicio de inspección fitopatológica en campo y laboratorio y el Servicio de multiplicación y propagación de variedades de caña de azúcar.

Marcela Cadavid Ordóñez, M.Sc. Bióloga con mención en Genética y maestría en Biotecnología Avanzada. Egresada de la Universidad del Valle en 2004, realizó su trabajo de pregrado en Cenicaña y con él recibió la Mención Honorífica del “Premio Nacional de Fitopatología Gonzalo Ochoa 2004” y la mención al Segundo Mejor Proyecto de Investigación Nacional en Biotecnología Agrícola “Premio Semilleros ADN. Agro-Bio 2004”. Durante 2007-2009 hizo su Maestría en la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), vinculada al grupo de investigación en biología molecular de plantas como becaria del Programa ALBAN de la Unión Europea. Cuenta con 14 años de experiencia en el diagnóstico de enfermedades de plantas y caracterización de la diversidad genética de fitopatógenos en cultivos como caña de azúcar, café y frutales tropicales, en centros de investigación como Cenicaña, Cenicafé, Corpoica y CIAT. Desde 2010 lidera en Cenicaña el Servicio de diagnóstico de enfermedades que presta el Laboratorio de Fitopatología (adscrito al Programa de Variedades) a los ingenios y cultivadores de caña de azúcar de Colombia.

Carlos Ariel Ángel Calle, Ph.D. Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad de Caldas en 1998, con doctorado en Fitopatología de University of Missouri (EE. UU.) en 2009 y posdoctorado en Biología del Estrés en Plantas en 2012. Estuvo vinculado a Cenicafé (1995 a 2011) en investigaciones sobre diagnóstico fitosanitario en orquídeas, café y cultivos asociados, virología, resistencia genética e importancia económica de enfermedades. Fue becario e investigador visitante de Colciencias, CIAT (Colombia), la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y University of Missouri. Ha investigado sobre resistencia genética a virus, biotecnología y mecanismos del movimiento intracelular de virus; biología molecular, expresión y silenciamiento de genes, genómica funcional para la resistencia, producción de proteínas recombinantes en plantas, entre otros. “Premio Nacional de Fitopatología ASCOLFI 1999”, autor y coautor de libro, capítulos de libro, artículos científicos y ponencias en congresos. Miembro de la American Society for Virology (ASV), la American Phytopathological Society (APS) y de International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT). Desde noviembre de 2012 lidera el área de Fitopatología de Cenicaña y sus servicios especializados.

Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia

Guía metodológica



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



Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia

Guía metodológica

Juan Carlos Ángel Sánchez
Marcela Cadavid Ordóñez
Carlos Ariel Ángel Calle



Serie: Sistema de
producción agrícola

Ángel Sánchez, Juan Carlos

Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. Guía metodológica / Juan Carlos Ángel Sánchez; Marcela Cadavid Ordóñez; Carlos Ariel Ángel Calle. – Cali: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 2016.

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

ISBN 978-958-8449-18-0

Incluye referencias bibliográficas y glosario

1. Caña de azúcar. 2. Diagnóstico de enfermedades. 3. Diseminación de la enfermedad. 4. Sanidad vegetal. 5. Fitopatología. 6. Transferencia de tecnología. 7. Colombia.

I. Título. II. Cadavid Ordóñez, Marcela. III. Ángel Calle, Carlos Ariel.

632.30 CDD 23 ed.

A581

Cenicaña – Biblioteca Guillermo Ramos Núñez

Copyright © 2016 por Cenicaña®

Dirección postal: Calle 58 Norte 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 2016

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 con ella hacen parte de la Colección de Materiales para la Transferencia de Tecnología que produce Cenicaña como insumo 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.

Cita bibliográfica:

Ángel Sánchez, J.C.; Cadavid Ordóñez, M. y Ángel Calle, C.A. 2016. Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. Guía metodológica. Cenicaña. Cali, Colombia. 100 p. (Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar. Sistema de producción agrícola).



Agradecimientos

A la agroindustria colombiana de la caña de azúcar, por la confianza depositada en Cenicaña durante más de 37 años de investigación en el área de fitopatología, y a Cenicaña, por habernos dado la oportunidad de sintetizar en esta guía metodológica un conjunto de conocimientos y experiencias para el reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar.

A Vicente Zapata, por la coordinación didáctica para la redacción de la guía. A Jorge I. Victoria y Carlos Viveros, de Cenicaña, y Carlos Huertas y Carlos Germán Muñoz, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, por la revisión del documento.

A los ingenieros agrónomos que participaron en la validación interna y externa de la guía, por la revisión y los valiosos aportes: Oscar Mauricio Delgado y Diana Milena Álvarez, de Providencia; Luis Eduardo Cuervo, de Incauca; Javier Bohórquez, de Mayagüez; Germán Tarazona y Mercedes González, del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; y Sandra Guzmán, María Claudia Pizarro y Adriana Vega, de Cenicaña.

Contenido

Página

Presentación	9
Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica	11

Preámbulo

Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia	12
Introducción	13
A quién se dirige esta guía	13
Modo de usar la guía	13
Objetivos	16
Estructura general de aprendizaje	17
Exploración de expectativas	18
Autoevaluación inicial	19



Unidad 1

Síntomas y signos de enfermedades y otros factores que causan síntomas en la caña de azúcar	22
Introducción	23
Objetivos	23
Estructura de aprendizaje	23
Preguntas iniciales	24
Enfermedades principales causadas por hongos, virus y bacterias	25
• Roya café	26
• Roya naranja	27
• Carbón	28
• Mosaico	29
• Virus de la hoja amarilla	30
• Baciliforme	31
• Raquitismo de la soca	32
• Escaldadura de la hoja	33
Otras enfermedades causadas por hongos	34
• Muermo rojo	34
• Mancha de ojo	35
• Mancha de anillo	35
• Mancha café	36
• Mancha púrpura	36
• Cogollo retorcido	37
• Mal de piña	37
Síntomas de enfermedades observados con mayor frecuencia en los diferentes estados de desarrollo de la caña de azúcar en Colombia	38



	Página
Otros factores que también causan síntomas en la caña	39
Desórdenes fisiológicos: Estrés hídrico. Deficiencias nutricionales. Daños por herbicidas.	39
Desórdenes genéticos: <i>Flecking</i> o pecas. Albinismo.	41
Eventos meteorológicos: Rayo y vendaval.	42
Insectos y fumagina: Pulgón amarillo, <i>Sipha flava</i> . Chinche de encaje, <i>Leptodictya tabida</i> . Fumagina.	43
Ejercicio 1. Identifiquemos síntomas de enfermedades y otras anomalías en los tejidos de la caña de azúcar	45

Unidad 2

Evaluaciones de severidad e incidencia de las principales enfermedades en Colombia	50
Introducción	51
Objetivos	51
Estructura de aprendizaje	52
Preguntas iniciales	53
Generalidades sobre el manejo integral de las enfermedades	54
Evaluación de las enfermedades principales y recomendaciones de manejo	55
Recomendaciones generales de manejo fitosanitario	56
Reacción y severidad de roya café y roya naranja	57
Instrucciones para la evaluación	57
Incidencia de carbón y virus del mosaico	58
Instrucciones para la evaluación	58
Presencia e incidencia de los virus de la hoja amarilla, mosaico y baciliforme y de las enfermedades bacterianas raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja	58
Instrucciones para la recolección de muestras	59
Metodología serológica TBIA para el diagnóstico de RSD y LSD	61
Metodología molecular PCR y RT-PCR para el diagnóstico de SCYLV, SCMV y SCBV	62
Efecto en producción y recomendaciones de manejo	63
Servicios de sanidad vegetal	68
• Servicio de Diagnóstico de Enfermedades	69
• Servicio de Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio	69
• Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades	69
Práctica 1. Evaluemos el daño causado por las enfermedades principales en el cultivo de la caña de azúcar	70
Anexo	78
Apéndice	84
Referencias bibliográficas	92
Glosario	94



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. 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 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



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 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 relaciones 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.

Camilo H. Isaacs E.

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



Preámbulo

Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia

Síntoma de carbón en la caña de azúcar.

Introducción

La sanidad de la caña de azúcar para la producción de azúcares, etanol, panela y energía eléctrica se basa en diversos aspectos asociados al manejo integral del cultivo, donde las enfermedades y las plagas son factores de importancia.

En esta guía metodológica ofrecemos una serie de herramientas didácticas ordenadas en dos unidades de aprendizaje que fueron diseñadas para facilitar el reconocimiento de las enfermedades más frecuentes de la caña de azúcar en Colombia, su diferenciación de otros factores que causan síntomas similares en el cultivo y la evaluación de la severidad o la incidencia en el caso de las enfermedades de importancia.

Los contenidos se basan en las competencias específicas que se requieren en las unidades agrícolas para el manejo integral de las enfermedades del cultivo.

Unidad 1. Reconocimiento de síntomas y signos de enfermedades y otros factores que causan síntomas en la caña de azúcar.

Unidad 2. Evaluaciones de severidad e incidencia de las enfermedades principales en Colombia.

Esperamos que al finalizar el estudio de la guía, los participantes sean competentes en el reconocimiento y evaluación de las enfermedades de la caña de azúcar de mayor importancia y prevalencia en Colombia.

A quién se dirige esta guía

A los facilitadores del PAT, en particular a los profesionales de los ingenios azucareros y Cenicaña con competencias de asistencia técnica y capacitación, transferencia y validación de tecnología, administración de fincas y prestación de servicios especializados en sanidad vegetal, quienes utilizan la guía para su propia formación en la materia y para dirigir actividades pedagógicas en las que participan los responsables de la sanidad del cultivo en las fincas productoras de caña de azúcar y sus colaboradores, entre ellos: propietarios, productores, asistentes técnicos, supervisores de campo y operarios agrícolas.

Modo de usar la guía

Esta guía contiene las orientaciones para preparar y celebrar jornadas pedagógicas con el enfoque de gestión de conocimiento, es decir, actividades donde la participación de los asistentes es el motor del proceso de aprendizaje. Para ello el facilitador debe poner en práctica sus habilidades de comunicación asertiva, creando condiciones y estrategias para compartir experiencias y saberes, de forma que los participantes se interesen en la materia de aprendizaje y le dediquen su atención durante la jornada y después de ella, cuando regresen a sus lugares de trabajo.

A continuación presentamos los componentes principales de la guía, que se pueden encontrar en este preámbulo y en las unidades de aprendizaje. Deben considerarse herramientas flexibles de trabajo, que el facilitador puede ajustar o adaptar al contexto de su región con base en sus propias experiencias de campo y de acuerdo con las necesidades de aprendizaje de los participantes.

- **Exploración de expectativas:** se sugiere comenzar la jornada con una dinámica de grupo para que los participantes se presenten y expresen sus expectativas acerca de la capacitación. Esta actividad inicial es importante porque le indica al facilitador el compromiso de los participantes con el tema y les permite a ellos conocerse, lo cual ayuda a “romper el hielo” para construir relaciones interpersonales que resultarán útiles durante la jornada pedagógica.
- **Autoevaluación inicial:** antes de entrar en materia, también es importante que los participantes realicen una autoevaluación de conocimientos que, como en todas las actividades sugeridas en esta guía, debe “cerrarse” con la confirmación de las respuestas correctas por parte del facilitador. La autoevaluación inicial proporciona información de primera mano a todo el grupo: al facilitador sobre el conocimiento previo que tienen los participantes, y a ellos sobre el contenido de la capacitación y qué tanto conocen al respecto.
- **Objetivos, estructura de aprendizaje:** se sugiere compartir esta información con los participantes al inicio de la capacitación y antes de entrar en materia en cada unidad de aprendizaje. Para motivar el interés de los participantes es conveniente formular algunas preguntas iniciales; el diálogo sobre las respuestas correctas dará lugar para explicar los objetivos de la capacitación y la estructura de cada unidad de aprendizaje.
- **Conceptos y repaso teórico:** esta guía recoge los aspectos generales del diagnóstico de enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia. Se basa en la experiencia de Cenicaña en 37 años de investigación y servicios de sanidad vegetal en la agroindustria azucarera del valle del río Cauca. El componente teórico es un resumen descriptivo y en lo posible ilustrado de los conceptos técnicos para el reconocimiento de síntomas y signos de enfermedades en tejidos de caña de azúcar y la evaluación de su severidad o incidencia; incluye fotografías, anexos, glosario de términos fitopatológicos, referencias bibliográficas y lecturas recomendadas.
- **Prácticas y ejercicios:** las actividades grupales son el eje central del aprendizaje, el punto de encuentro entre el saber y el hacer, simulan la realidad y muestran las dificultades que pueden presentarse en el reconocimiento de las enfermedades, su diferenciación de otras causas, la evaluación de su severidad e incidencia y la recolección de muestras para el diagnóstico de laboratorio. Las dinámicas grupales deben inducir el interés particular en el entrenamiento, para que cada participante sea competente en el ejercicio de las tareas indicadas. La guía incluye en cada actividad: objetivos, orientaciones para el facilitador, recursos necesarios, instrucciones para los participantes y sugerencias para la retroinformación.

- **Dinámicas de retroinformación:** la construcción colectiva del conocimiento se logra compartiendo experiencias, conversando y aprendiendo juntos. La información de retorno es un componente esencial de los ejercicios y prácticas, indispensable para aclarar dudas y reforzar conceptos; es el momento preferencial para que el grupo en pleno, facilitadores y participantes, elabore su propia síntesis sobre los conocimientos adquiridos en la jornada y su utilidad práctica. Comunicarse bien, compartir criterios y analizar respetuosamente las ideas son claves en este proceso.
- **Autoevaluación final:** para que el participante verifique su propio aprendizaje e identifique los aspectos que debe reforzar una vez han concluido las actividades pedagógicas.
- **Evaluación de la capacitación:** a través de la cual los participantes expresan su opinión sobre la calidad de la capacitación, dando la oportunidad a los facilitadores para mejorar sus estrategias pedagógicas y los recursos didácticos, de forma que las jornadas futuras sean cada vez más sólidas, útiles e interesantes para los beneficiarios.

Orientaciones para el facilitador

Con este llamado, en distintas partes de la guía le indicaremos nuestras sugerencias sobre el modo de organizar y conducir la jornada de capacitación a su cargo.

- Tenga presente que para desarrollar todas las actividades propuestas en esta guía se requieren al menos 12 horas.
- Es importante conocer el perfil de los participantes para organizar la jornada; en la inscripción puede solicitar el registro de datos sobre edad, escolaridad, experiencia en el cultivo y funciones en la unidad productiva. Asegúrese de comunicar claramente los objetivos de la capacitación cuando haga la invitación o convocatoria.
- Elabore el contenido de los temas que tratará en la jornada y distribuya las actividades de acuerdo con el tiempo requerido; defina el programa y las dinámicas de trabajo, así como horarios, lugares de encuentro, recursos necesarios, colaboradores, etcétera.
- Asegúrese de dominar los temas de la capacitación.
- Mantenga un ambiente de comunicación asertiva durante toda la jornada.
- El propósito de la capacitación es motivar a los participantes para que continúen su aprendizaje y practiquen lo aprendido en sus lugares de trabajo.
- Prepare de antemano los materiales didácticos que entregará a los participantes. Utilice los recursos digitales disponibles en sitio web del PAT, www.cenicana.org/pat

Objetivos

Al finalizar las actividades propuestas en esta guía, los participantes estarán en capacidad de:

- ✓ Identificar y reconocer los síntomas y los signos de las enfermedades de la caña de azúcar más frecuentes en Colombia.
- ✓ Diferenciar en la caña de azúcar los síntomas debidos a enfermedades de aquellos causados por desórdenes genéticos, fisiológicos, fenómenos meteorológicos o por insectos y fumagina.
- ✓ Evaluar la incidencia y la severidad de las principales enfermedades de la caña de azúcar en Colombia.
- ✓ Tomar la muestra de tejido foliar requerida para el diagnóstico de enfermedades en un cultivo de caña de azúcar de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades de Cenicaña.
- ✓ Decidir cuándo acudir al Servicio de Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio de Cenicaña y saber cómo hacerlo.
- ✓ Solicitar en Cenicaña el Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades.

Estructura general de aprendizaje

Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia

La guía describe los síntomas y los signos de enfermedades causadas por hongos, virus y bacterias y enseña a evaluar su severidad e incidencia en cultivos afectados.



Unidad 1

Síntomas y signos de enfermedades y otros factores que causan síntomas en la caña de azúcar

Ejercicio 1

Identifiquemos síntomas de enfermedades y otras anomalías en los tejidos de la caña de azúcar.

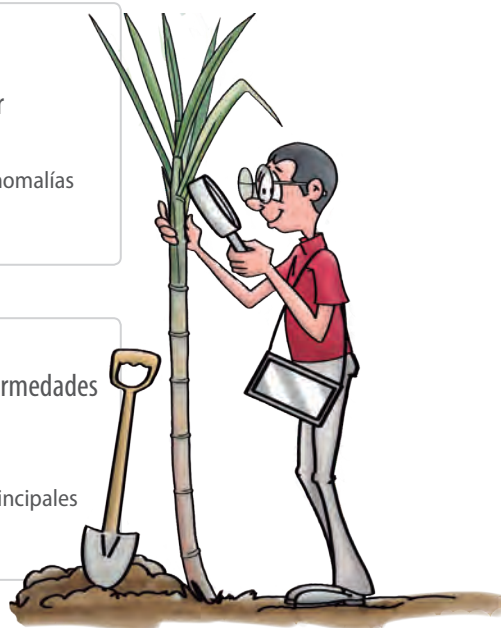


Unidad 2

Evaluaciones de severidad e incidencia de las enfermedades principales en Colombia

Práctica 1

Evaluemos el daño causado por las enfermedades principales en el cultivo de la caña de azúcar.



Explicación de la estructura de aprendizaje

La guía desarrolla dos elementos del conocimiento: el teórico o conceptual, que busca ampliar la esfera del conocimiento mediante el recuento de información científica y técnica, producto de investigaciones de Cenicaña y otras fuentes confiables, presentada en un lenguaje sencillo e ilustrado; y el práctico, entendido como el “saber hacer”, a través del cual se desarrollarán actitudes, habilidades y destrezas para el reconocimiento y la evaluación de las afecciones más comunes del cultivo de la caña de azúcar en Colombia.

- En la primera unidad presentamos los síntomas y los signos de las enfermedades principales causadas por hongos, virus y bacterias en la caña de azúcar, y de otras enfermedades comunes ocasionadas por hongos; así mismo, los síntomas debidos a otros factores –de orden genético, fisiológico, meteorológico o por plagas–, que pueden confundirse con enfermedades. Finalmente proponemos un ejercicio grupal para que los participantes en la capacitación identifiquen el origen de síntomas en muestras de tejidos de caña de azúcar.
- La segunda unidad trata sobre las metodologías para evaluar la severidad o la incidencia de las enfermedades principales de la caña de azúcar en Colombia. Explicamos los pasos para estimar la magnitud del daño directamente en el campo y para tomar las muestras de tejido foliar que se deben llevar al laboratorio, donde se observarán los signos del patógeno con el microscopio o el estereoscopio. También presentamos la oferta del Centro de Investigación en servicios de sanidad vegetal y la forma de acceder a ellos.

Para concluir la capacitación, al final de la segunda unidad proponemos una serie de actividades diseñadas para el entrenamiento de los participantes en la inspección fitosanitaria del cultivo, el reconocimiento de síntomas y la diferenciación de agentes causales, la evaluación de severidad o incidencia de las enfermedades principales y la toma de muestras para el análisis de laboratorio.

La retroalimentación de los usuarios de esta guía sobre su contenido y los materiales propuestos es fundamental para mejorarla. Nuestro objetivo es contar con una herramienta de capacitación cada vez más sólida e interesante, que motive el aprendizaje y la gestión de conocimiento para el manejo de las enfermedades que afectan el cultivo de la caña de azúcar en Colombia.

Orientaciones para el facilitador

Es el momento de comenzar la jornada pedagógica, los participantes están reunidos en el sitio de encuentro y esperan dispuestos sus indicaciones:

- Con el saludo de bienvenida, haga una breve presentación del grupo de facilitadores que lo acompañará en la jornada: nombre, cargo y empresa, experiencia laboral y formación académica.
- A continuación dedique unos minutos a la presentación de los participantes y a la **Exploración de expectativas**.
- Luego invítelos a responder la **Autoevaluación inicial de conocimientos**.
- Para la dinámica de retroinformación sobre las respuestas correctas, puede pedirle a un voluntario que conteste determinada pregunta y consultarle al grupo si tiene comentarios o alguien quiere complementar la respuesta. Procure aprovechar las observaciones para delimitar los alcances de la capacitación.
- Finalmente, mencione los **Objetivos**, explique la **Estructura general de aprendizaje** y entregue el programa de actividades y los materiales didácticos a los participantes.

Exploración de expectativas

Siempre es conveniente una dinámica de inicio en la que los participantes se presenten y expresen sus expectativas con respecto a la capacitación. Además de ser útil para que los participantes se conozcan, esta dinámica da lugar para presentar los objetivos de la jornada y la estructura de aprendizaje, y para aclarar cuáles de las expectativas mencionadas por los participantes no podrán ser satisfechas en el evento de capacitación. El facilitador tendrá mejores elementos para conformar los grupos de trabajo, inclusive para identificar líderes de grupo si esto es necesario para el buen desarrollo de alguna práctica o ejercicio.

Las siguientes preguntas le pueden ayudar a ordenar las intervenciones de los participantes en la exploración de expectativas:

- ✓ ¿Qué lo motivó a participar en esta capacitación?
- ✓ ¿Qué beneficios cree que le aportará a su formación técnica?
- ✓ ¿Cómo espera aplicar lo aprendido en su lugar de trabajo?

Autoevaluación inicial



Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia

El siguiente cuestionario contiene una serie de preguntas para que usted mismo evalúe su conocimiento en la materia de aprendizaje antes de comenzar la jornada pedagógica. No tiene carácter calificativo, es solamente un ejercicio exploratorio que le permitirá tener una idea de los temas que trataremos en la jornada. Una vez termine de llenar el cuestionario, espere las indicaciones del facilitador para participar en el diálogo grupal acerca de las respuestas correctas. No es necesario que ponga su nombre en el cuestionario.

Instrucciones: cada pregunta del cuestionario tiene una respuesta única. Marque con 'X' la opción que considere correcta y luego llene la hoja de respuestas. Tiene 15 minutos para responder.

1. ¿Cuál es la ciencia que estudia las enfermedades de las plantas?

- A. ☐ Entomología.
- B. ☐ Biotecnología.
- C. ☐ Fitopatología.
- D. ☐ Genética.

2. ¿Cuáles son los tejidos de la caña de azúcar que pueden verse afectados por las enfermedades del cultivo en Colombia?

- A. ☐ Únicamente el tallo y la raíz.
- B. ☐ Únicamente las hojas, el tallo y la raíz.
- C. ☐ Únicamente las hojas y el tallo.
- D. ☐ Toda la planta, incluidas la parte interna y la externa.

3. Los agentes externos que causan las enfermedades más comunes en la caña de azúcar en Colombia son:

- A. ☐ Hongos, insectos, rayos, deficiencias nutricionales.
- B. ☐ Hongos, bacterias, virus y fitoplasmas.
- C. ☐ Insectos, babosas y mariposas.
- D. ☐ Desordenes genéticos y fisiológicos.

4. Las enfermedades frecuentes que afectan el cultivo de la caña en Colombia son:

- A. ☐ Roya café, roya naranja, carbón, mosaico, hoja amarilla.
- B. ☐ Raquitismo de la soca, escaldadura de la hoja, cogollo retorcido.

- C. ☐ Mancha púrpura, mancha de ojo, mancha café, mancha de anillo.
- D. ☐ Todas las anteriores.

5. La roya café, la roya naranja y el carbón de la caña son enfermedades causadas por:

- A. ☐ Virus y bacterias.
- B. ☐ Hongos.
- C. ☐ Bacterias.
- D. ☐ Virus.

6. El mosaico de la caña de azúcar, la hoja amarilla y el baciliforme son enfermedades de la caña causadas por:

- A. ☐ Hongos.
- B. ☐ Bacterias.
- C. ☐ Virus.
- D. ☐ Ninguna de las anteriores.

7. El raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja son enfermedades de la caña causadas por:

- A. ☐ Bacterias.
- B. ☐ Virus.
- C. ☐ Hongos.
- D. ☐ Todas las anteriores.

8. De las siguientes opciones, ¿cuál corresponde a otras enfermedades causadas por hongos en la caña de azúcar?

- A. ☐ Raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja.
- B. ☐ Hoja amarilla y mosaico.
- C. ☐ Mancha de ojo, mancha de anillo, mancha púrpura, cogollo retorcido, mal de piña y muermo rojo.
- D. ☐ Todas las anteriores.

9. Algunos problemas del cultivo pueden provocar síntomas similares a los que producen algunas enfermedades, ¿cuáles son esos problemas?

- A. ☐ Daños por maquinaria.
- B. ☐ Desórdenes genéticos o fisiológicos y factores climatológicos.
- C. ☐ Estrés por falta de agua o por exceso.
- D. ☐ Todas las anteriores.

10. ¿Cuáles son los síntomas más comunes en la caña de azúcar que tienen su origen en desórdenes genéticos de la planta?

- A. ☐ *Flecking* o pecas y albinismo.
- B. ☐ Marchitamiento y desnutrición.
- C. ☐ Poco crecimiento.
- D. ☐ Ruptura de las hojas.

11. ¿Cuáles son las causas de los desórdenes fisiológicos en la caña de azúcar que producen síntomas similares a los de las enfermedades?

- A. ☐ *Flecking*.
- B. ☐ Estrés hídrico, nutricional o por herbicidas.
- C. ☐ Rayo y albinismo.
- D. ☐ Todas las anteriores.

12. ¿Cómo podemos determinar el daño causado por las enfermedades principales en un cultivo de caña de azúcar?

- A. ☐ Calculando la incidencia de la enfermedad, es decir la proporción de plantas o partes de ella con síntomas con respecto al total de plantas o partes observadas.
- B. ☐ Midiendo el número de lesiones y el número de hongos por planta.
- C. ☐ Calculando la severidad de la enfermedad, es decir el porcentaje de tejido afectado en la planta.
- D. ☐ Haciendo lo que dice en las opciones A y C.

13. ¿Qué conocimiento previo se requiere para el diagnóstico de enfermedades en un cultivo de caña de azúcar?

- A. ☐ Síntomas y signos de las enfermedades.
- B. ☐ Síntomas de otros factores que afectan el cultivo, como: desórdenes genéticos o fisiológicos y daños por eventos meteorológicos y plagas.
- C. ☐ Insectos vectores de enfermedades que pueden afectar el cultivo.
- D. ☐ Todas las anteriores.

Hoja de respuestas

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mi respuesta													
Respuesta correcta													

Respuestas correctas: 1=C; 2=D; 3=B; 4=D; 5=B; 6=C; 7=A; 8=C; 9=D; 10=A; 11=B; 12=D; 13=D

Unidad 1



Síntomas y signos de enfermedades y otros factores que causan síntomas en la caña de azúcar

Síntoma de cogollo retorcido en la caña de azúcar.

Introducción

Esta unidad de aprendizaje se dedica al reconocimiento de quince enfermedades de la caña de azúcar causadas por factores bióticos, es decir, por agentes patógenos como hongos, virus y bacterias. Aunque la literatura internacional registra otros agentes como nematodos y fitoplasmas que también pueden causar enfermedades en la caña, esta guía no hace referencia a ellos porque no causan problemas o no están registrados en el cultivo en Colombia.

Los participantes aprenderán a identificar los síntomas de enfermedades que pueden observarse en el cultivo, así como los signos que confirman la presencia del patógeno en observaciones en el laboratorio. Estarán capacitados para diferenciar las enfermedades principales de otras comunes que son causadas por hongos y para distinguir los síntomas debidos a otras causas que también provocan alteraciones fisiológicas o morfológicas en la planta. El reconocimiento de los síntomas ayuda a identificar el tipo de problema en un sitio y momento determinado, lo cual favorece la toma de decisiones de control fitosanitario y el manejo integral del cultivo.

Objetivos

Al finalizar la unidad de aprendizaje, los participantes estarán capacitados para:

- ✓ Identificar los síntomas y los signos de las enfermedades principales que afectan el cultivo de la caña de azúcar en Colombia.
- ✓ Identificar los síntomas y los signos de otras enfermedades comunes que afectan el cultivo de la caña de azúcar en Colombia.
- ✓ Diferenciar en la caña de azúcar los síntomas debidos a enfermedades de aquellos causados por desórdenes genéticos o fisiológicos, fenómenos meteorológicos, insectos y fumagina.

Estructura de aprendizaje

La unidad comienza con una descripción teórica de las enfermedades de la caña de azúcar más frecuentes en Colombia, mostrando en fotografías los síntomas y signos ocasionados por hongos, bacterias y virus; se presentan las enfermedades principales y otras enfermedades comunes causadas por hongos. Posteriormente se describen los síntomas que tienen su origen en factores distintos a los patógenos pero pueden confundirse con enfermedades causadas por ellos. La unidad concluye con un ejercicio para que los participantes identifiquen en muestras de tejido vegetal los síntomas ocasionados por patógenos y otros factores, lo cual ayuda a desarrollar la agudeza visual para el reconocimiento de las enfermedades del cultivo.

Síntomas y signos de enfermedades y otros factores que causan síntomas en la caña de azúcar

La unidad presenta una serie de fichas descriptivas e ilustradas que facilitan la diferenciación de síntomas en el campo de cultivo de acuerdo con su origen o causa.



Unidad 1

Enfermedades principales causadas por hongos, virus y bacterias

Hongos: Roya café • Roya naranja • Carbón.

Virus: Mosaico • Hoja amarilla • Baciliforme.

Bacterias: Raquitismo de la soca • Escaldadura de la hoja.

Otras enfermedades comunes causadas por hongos

Mancha de ojo • Mal de piña • Mancha de anillo • Muermo rojo
Mancha púrpura • Mancha café • Cogollo retorcido.

Alteraciones causadas por otros factores

Desórdenes genéticos: *Flecking* o pecas • Albinismo.

Desórdenes fisiológicos: Estrés hídrico • Deficiencias nutricionales
Daños por herbicidas.

Eventos meteorológicos: Rayo • Vendaval.

Insectos y fumagina: Chinche de encaje • Áfidos • Fumagina

Ejercicio 1

Identifiquemos síntomas de enfermedades y otras anomalías en los tejidos de la caña de azúcar.



Preguntas iniciales



1. ¿Cuáles son algunas de las enfermedades que afectan la caña de azúcar en Colombia?
2. ¿Cuáles son algunos ejemplos de síntomas que no corresponden a enfermedades pero pueden confundirse con ellas? ¿a qué se deben esos síntomas?
3. ¿Considera que la información disponible actualmente sobre las enfermedades de la caña de azúcar es suficiente y adecuada para facilitar el reconocimiento de los síntomas en el campo de cultivo y para determinar cuál es el agente o patógeno que causa determinada enfermedad?

Enfermedades principales causadas por hongos, virus y bacterias

El cultivo de la caña de azúcar es afectado por factores bióticos o biológicos y por factores abióticos, no vivos o de origen externo. Entre los factores bióticos se encuentran las enfermedades patológicas, que en algunos casos reducen o limitan el desarrollo y el desempeño del cultivo y pueden ocasionar pérdidas económicas.

De acuerdo con investigaciones de Cenicaña y otras instituciones en Colombia y otros países, se han identificado diferentes afecciones asociadas con las etapas del ciclo vegetativo de la caña de azúcar.

Ocho enfermedades producidas por hongos, virus y bacterias se consideran de importancia actual y potencial en Colombia, por lo cual se identifican como principales: roya café, roya naranja, carbón, mosaico, hoja amarilla, baciliforme, raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja.

Síntomas y signos

A continuación se presentan las fichas descriptivas de las enfermedades principales, cada una de ellas con el siguiente contenido:

- **Nombre de la enfermedad:** en español y algunas siglas en inglés.
- **Agente causal:** nombre científico del patógeno y clasificadores.
- **Registros:** primeros reportes del patógeno en el mundo y aparición en Colombia.
- **Síntomas:** alteraciones visibles en el tejido de la caña de azúcar por el ataque del patógeno, con énfasis en la forma, color y aspecto de las lesiones en distintas etapas de evolución de la afección.
- **Signos:** forma, color y apariencia de las estructuras típicas del patógeno que se observan a simple vista (lupa), con estereoscopio o microscopio.
- **Transmisión y diseminación:** modos de contagio o infección. Para identificarlos se usan los siguientes iconos:



Por medio
de la lluvia



Por medio
del viento



De forma
mecánica



Por insectos
vectores



Por semilla
infectada

ROYA CAFÉ

Hongo *Puccinia melanocephala*
Syd. & P. Syd



Manchas alargadas de color rojizo o pardo.



Las uredosporas del hongo *Puccinia melanocephala* son la mayor fuente de disseminación de la enfermedad; se dispersan fácilmente por medio del viento y la lluvia.

Síntomas

La enfermedad afecta las hojas y su mayor intensidad se presenta en plantas entre 4 y 6 meses de edad.

- El primer síntoma son pequeñas manchas amarillentas y alargadas, entre 2-10 mm de largo, visibles por los dos lados de la hoja.
- Las manchas se agrandan, se vuelven de un color rojizo o pardo y se forma alrededor de la mancha un pequeño halo de color amarillo verdoso pálido.
- En el envés de las hojas afectadas pueden aparecer pústulas o lesiones irregulares café oscuro, paralelas a la nervadura central, que sobresalen levemente de la superficie de la hoja.
- En caso de ataque severo de la enfermedad, las lesiones pueden unirse y formar áreas más grandes o secciones de color rojizo oscuro que finalmente ocasionan secamiento de la hoja.

La mayor parte de esporas que se observan en las pústulas son las uredosporas; éstas se encuentran en masas y dan la apariencia de un polvillo fino de color café a marrón oscuro.



El primer registro de la enfermedad data de 1890 en la isla de Java, Indonesia. En Colombia fue detectada en 1979 en Norte de Santander y Cesar en la variedad B 4362, y en diciembre de 1981 en el valle del río Cauca en la variedad CP 57-603.



Signos

A. Uredosporas ovoides de color café oscuro. B. Uredosporas color café oscuro con presencia de parafisos.

La mayoría de las estructuras reproductivas del hongo son uredosporas de origen asexual o vegetativo, generalmente ovoides y con pared delgada y uniforme; se encuentran en presencia de parafisos o estructuras de soporte, hialinas y estériles, que ayudan a darle forma al uredinio. El telio muestra teliosporas, las cuales se producen al final de la etapa asexual del hongo y en menor cantidad que las uredosporas.

Fotos A y B: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.



Pústulas irregulares café oscuro en el envés de la hoja y paralelas a la nervadura central.

ROYA NARANJA

Hongo *Puccinia kuehnii*
(W. Krüger) E.J. Butler



Las lesiones pasan de color naranja a naranja marrón.



Las uredosporas del hongo son la mayor fuente de diseminación de la enfermedad y se dispersan fácilmente por medio del viento y la lluvia. No se han visualizado teliosporas en la roya naranja, como si ocurre en la roya café.

Síntomas

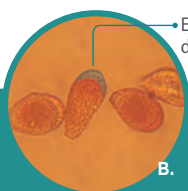
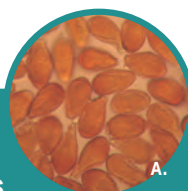
La enfermedad afecta las hojas.

- El primer síntoma son lesiones minúsculas, amarillas y elongadas, entre 2-10 mm de largo, que forman una aureola pálida y verde amarillenta a medida que aumentan de tamaño.
- Las lesiones crecen y toman un color que pasa de anaranjado a naranja marrón o incluso a café claro, el cual se acentúa con la edad, por lo que puede confundirse con la roya café; sin embargo, a diferencia de la roya común, las lesiones jóvenes de roya naranja nunca llegan a ser marrón oscuro.
- En el envés y la base de las hojas tienden a aparecer grupos de pústulas que sobresalen levemente de la superficie de la hoja.

En Colombia, cuando el hongo *P. kuehnii* fructifica produce uredosporas que se encuentran en masas y dan la apariencia de un polvillo fino de color naranja-marrón, similar al color de un ladrillo.



Reportada desde 1890 en las islas del Pacífico sur, solo hasta 2007 fue registrada en el continente americano. En Colombia se registró en 2010 en el valle del río Cauca, en las variedades experimentales CC 01-1884 y CC 01-1305.



Engrosamiento apical de la uredospora



Grupos de pústulas anaranjadas en la superficie del envés de la hoja y paralelos a la nervadura central.

Signos

A. Uredosporas piriformes de color anaranjado claro, en ausencia de parafisos.

B. Engrosamiento de la pared en la parte apical de las uredosporas.

El uredinio, sin parafisos, produce uredosporas generalmente piriformes y con engrosamiento de la pared en la parte apical, forma característica de la especie *P. kuehnii*. No se han visualizado teliosporas en Colombia.

Fotos A y B: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.

CARBÓN

Hongo *Sporisorium scitamineum*
M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw



Formación de una estructura semejante a un látigo en la parte terminal de los tallos.



Las teliosporas del hongo son diseminadas por el viento y la lluvia. Pueden permanecer latentes en el suelo por muchos meses hasta encontrar hospedantes y condiciones apropiadas de humedad y temperatura para germinar e infectar nuevas plantas.

Síntomas

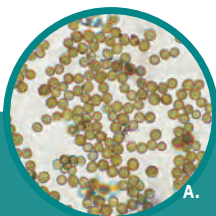
El hongo infecta las yemas y las zonas meristemáticas del tallo y puede producir diferentes síntomas de acuerdo con el estado de desarrollo de los tallos.

- Cuando la yema germina y está infectada por el hongo, la planta que se genera presenta como síntoma característico la formación de una estructura semejante a un "látigo" en la parte terminal de los tallos infectados.
- El látigo alcanza su madurez entre los 4 y 6 meses de edad, cesa su desarrollo y termina por secarse y morir.
- Los látigos pueden ser erectos o curvos y medir desde pocos centímetros hasta más de 1 metro.
- En ocasiones, si las condiciones son favorables para la enfermedad y la variedad es susceptible, al inicio del cultivo algunos brotes toman una coloración clorótica o amarillenta de manera súbita, lo que ocasiona la muerte prematura del tallo, sin llegar a formar el látigo.

La infección no sólo ocurre en las yemas que están en el suelo, también a través de las yemas de tallos adultos, las cuales germinan y forman brotes o "lajas" que terminan con la formación de látigo. Esto se conoce como síntoma secundario.



Detectada en Colombia en 1979 en Cesar y Norte de Santander. En 1981 se registró el primer foco de infección en la CP 57-603 en el Valle del Cauca, en Candelaria, y desde allí se distribuyó y diseminó por todo el valle del río Cauca en un período de seis años.



A.

Signos

A. Teliosporas de *S. scitamineum*.

Se estima que el peridium o micelio del hongo puede contener alrededor de 1.5×10^{11} teliosporas por cada estructura en forma de "látigo" que se encuentre en el campo. El látigo en su parte central está formado por parénquima y tejido fibroso vascular; alrededor de este último aparece el micelio que al romperse deja libres las teliosporas.

Foto A: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.



Parénquima y tejido fibroso vascular en la parte central del "látigo".

MOSAICO

Sugarcane Mosaic Virus (SCMV)
Potyvirus



Zonas de color verde normal alternan con áreas verde pálido o amarillento.



Es transmitido en forma natural por áfidos vectores, pero más eficientemente al sembrar semilla vegetativa infectada y por medios mecánicos, como machetes y cosechadoras.



A. Pulgón del maíz, *Rhopalosiphum maidis*
B. *Hysteroneura setariae*

Síntomas

La enfermedad afecta toda la planta pero los síntomas se visualizan en las hojas.

- Se caracteriza por decoloraciones en la lámina foliar, donde se observan zonas de color irregular que varían entre verdes normales, verdes pálidos y amarillentos, de una forma difusa y sin borde claramente definido.
- La proporción de estas zonas varía según la variedad de caña afectada o la raza del virus presente.
- Las áreas amarillentas son más evidentes en las hojas jóvenes que están creciendo rápidamente y son particularmente distintas en la base o en la porción más joven de las hojas.
- En el mundo existen diferentes razas del virus que difieren en su habilidad para causar infección; Cenicaña ha confirmado la presencia de las variantes A, B y D en el valle del río Cauca; algunas de ellas pueden afectar especies de maíz y sorgo.

La alta presión de inóculo y la presencia de insectos vectores provocan una rápida diseminación de la enfermedad. El pulgón *R. maidis* es el principal vector y tiene el sorgo y el maíz como los principales hospedantes; *H. setariae* habita en el pasto argentina.



En Colombia estaba antes de 1930 en las variedades criollas, hasta que se sembró la variedad resistente POJ 2878. Reapareció en 1974 en la CP 57-603 y en 1981 alcanzó incidencias de 30-40% en el valle del río Cauca, en algunos sitios hasta el 100%.



C.

Signos

C. Partículas virales filamentosas encorvadas de ~750 nm de largo, propias del género *Potyvirus*.

SCMV (*Potyvirus*: Potyviridae) presenta inclusiones en forma de rueda en secciones ultradelgadas de células de plantas. El virus está formado por un genoma de cadena sencilla de ácido ribonucleico, ARN.

Foto C: visualización con microscopio electrónico de transmisión.



Decoloraciones de la lámina foliar.

VIRUS DE LA HOJA AMARILLA

Sugarcane Yellow Leaf Virus (SCYLV)
Polerovirus



El amarilleamiento intenso de la nervadura se extiende a toda la hoja.



No es transmitido por medios mecánicos pero sí de manera natural por áfidos vectores y más eficientemente al sembrar semilla vegetativa infectada.



A. Pulgón del maíz, *Rhopalosiphum maidis*
B. Pulgón gris, *Melanaphis sacchari*

Síntomas

Puede confundirse con síntomas causados por desórdenes fisiológicos y estrés. Afecta toda la planta pero los síntomas son más visibles en el envés de las hojas maduras; en las hojas jóvenes no se encuentran síntomas.

- Comienza con el amarilleamiento intenso de la nervadura central, el cual se extiende progresivamente a toda la lámina foliar. La decoloración subsecuente se esparce desde la punta de la hoja hacia la base.
- Las hojas viejas muestran una coloración rojiza en la parte media de la nervadura.
- En casos extremos ocurre necrosis de la hoja.
- Algunas variedades que adquieren el SCYLV no presentan síntomas visibles, por lo cual el diagnóstico se debe realizar con métodos de laboratorio.
- En el valle del río Cauca se ha determinado la presencia de dos razas del virus: Florida/Texas y raza Brasilera.

Se cree que el virus se encontraba en Colombia desde hacía mucho tiempo, pero no se había detectado por la falta de métodos de diagnóstico.

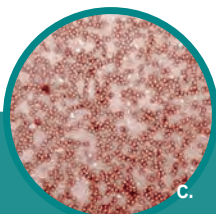
Se ha encontrado en la mayoría de variedades sembradas a escala comercial y en colecciones de germoplasma en varios países.



Fue detectado en 1989 en Hawaii y Brasil, aunque hay registros de una sintomatología similar desde 1968 en el oriente de África, donde lo llamaron síndrome de la hoja amarilla. En Colombia fue registrado en 1998 en la variedad SP 71-6163.



Síntoma del virus de la hoja amarilla.



C.

Signos

C. Partículas esféricas o cilíndricas de ~25-29 nm de diámetro, propias del género *Polerovirus*.

El SCYLV (*Polerovirus*: Luteoviridae) está formado por un genoma de cadena sencilla de ARN. Se localiza principalmente en las células acompañantes del floema de la planta, en bajas concentraciones, lo que hace difícil su purificación.

Foto C: visualización con microscopio electrónico de transmisión.

BACILIFORME

Sugarcane Baciliform Virus (SCBV)
Badnavirus



Amarilleamiento de la hoja.



Es transmitido en forma natural por cochinillas o pseudococcidos vectores, pero la principal forma de disseminación es la siembra de semilla vegetativa infectada.



A. Piojo harinoso rosado, *Saccharicoccus sacchari* (Zehntner)

Síntomas

La enfermedad afecta toda la planta pero los síntomas son visibles en las hojas.

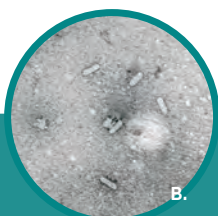
Los síntomas son confusos y variables e inclusive pueden ser no detectables; dependen de la variedad de caña y de las condiciones ambientales y de cultivo. Entre ellos:

- Pequeños puntos o manchas cloróticas en los extremos de las hojas jóvenes.
- Amarilleamiento de la hoja.
- Clorosis severa de la hoja.
- Acortamiento de los entrenudos.
- Son vectores del virus *S. sacchari* y *Dysmicoccus boninsis* (Kuwana).

El diagnóstico a partir de la observación de síntomas no es confiable. Afecta tanto cañas nobles de *Saccharum officinarum*, como cultivos comerciales de híbridos interespecíficos de *Saccharum* spp. La incidencia de SCBV en el valle del río Cauca ha sido baja hasta ahora.



El virus está distribuido en todas las regiones del mundo donde se cultiva caña de azúcar. Se encontró en Colombia en 1998, cuando se determinó por métodos de diagnóstico en el laboratorio.



B.

Signos

B. Partículas virales pequeñas en forma de bala, de ~30 nm de diámetro por 120-150 nm de largo.

SCBV pertenece al género *Badnavirus*, familia *Caulimoviridae*. Son partículas pequeñas, sin cubierta, de morfología en forma de bala o bacilo, de allí el nombre del virus. Está formado por un genoma de cadena doble de ADN.

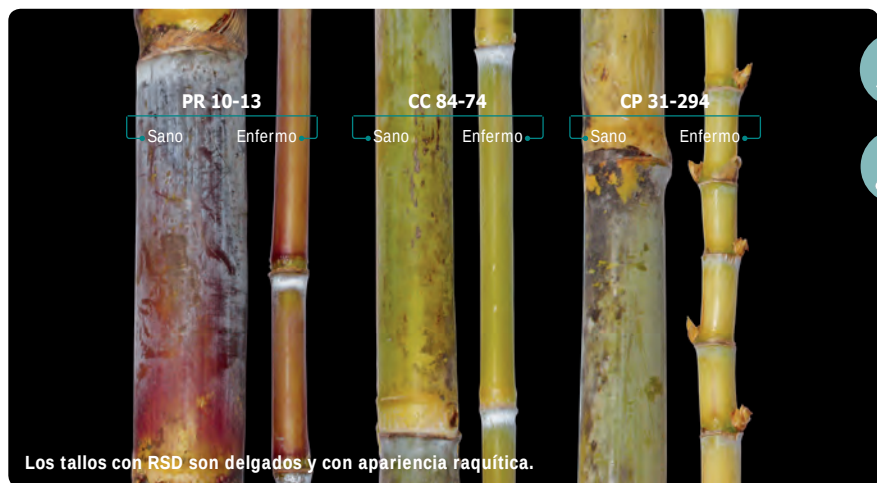
Foto B: visualización con microscopio electrónico de transmisión.



No siempre se detectan síntomas en plantas con SCBV

RAQUITISMO DE LA SOCA (RSD)

Bacteria *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*
(Denis *et al.*, 1984) (Evtushenko *et al.*, 2000)



Los tallos con RSD son delgados y con apariencia raquítica.



Se transmite a través de semilla vegetativa infectada y por medios mecánicos como machetes y cosechadoras; la bacteria puede sobrevivir hasta por 18 días adherida a la herramienta de corte.



Síntomas

La enfermedad afecta toda la planta pero los síntomas son más visibles en los tallos.

Los síntomas no son uniformes en todas las plantas afectadas, varían considerablemente de acuerdo con las condiciones ecológicas, la variedad de caña, el número de socas y la edad de la planta, entre otras.

- Puede ocurrir un retraso en el crecimiento; los tallos son más cortos y delgados, algunos presentan brotes o "lalas" y el número de tallos por cepa tiende a disminuir. Finalmente, las plantas toman una apariencia raquítica, de allí el nombre de la enfermedad.
- En la parte interna de los tejidos afectados, específicamente en la base de los nudos, en algunas variedades susceptibles se observan coloraciones anaranjadas rojizas, en forma de comas.
- La incidencia de la enfermedad se incrementa con el número de socas. El estrés por sequía puede hacer que el daño sea mayor.

La bacteria se desarrolla en los haces vasculares y puede contribuir al taponamiento de los vasos conductores del xilema (metaxilema y protoxilema), lo que afecta la habilidad de la planta para absorber nutrientes y transpirar agua; estos efectos, por sí solos, son los que conducen a una reducción del crecimiento.

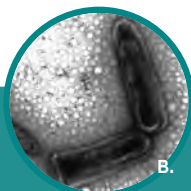
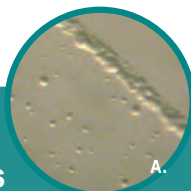


La enfermedad fue detectada en Australia en 1944 como un achaparramiento en la variedad Q 28. Se encuentra en todas las zonas cañicultoras del mundo. En el valle del río Cauca la incidencia actual es <1%.



Síntoma interno de RSD, anaranjado rojizo en la base del nudo.

Signos



A. Colonias de *L. xyli* subsp. *xyli* en medio de cultivo. B. Células bacterianas arqueadas e hinchadas.

Las bacterias forman colonias circulares pequeñas, no pigmentadas. Sus células son bacilos Gram positivos, corineformes, pleomórficos ($\sim 0.25-0.5 \mu\text{m} \times 1-4 \mu\text{m}$) con ensanchamiento en sus extremos o en el centro, no flagelados o sin movilidad y de unión simple o en pares unidos en sus extremos, que forman una V o una L.

Foto A: visualización con estereomicroscopio con aumento 2X. Foto B: visualización con microscopio electrónico de transmisión.

ESCALDADURA DE LA HOJA (LSD)

Bacteria *Xanthomonas albilineans*
(Ashby) Dowson



Rayas blancas, finas y muy definidas, casi paralelas a la nervadura central.



La bacteria *X. albilineans* se transmite al sembrar semilla vegetativa infectada y por medios mecánicos como machetes y cosechadoras; puede sobrevivir hasta por 6 días adherida a la herramienta de corte.

Síntomas

Afecta toda la planta, con síntomas visibles en hojas y tallos.

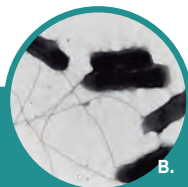
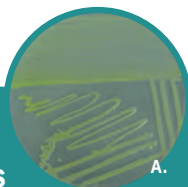
Cuando se presentan síntomas, pueden ser de tres tipos:

- **Fase latente:** la planta aparenta estar sana pero en los tallos maduros se puede reconocer internamente una decoloración vascular en la región nodal, parecida al síntoma del raquitismo de la soca. Ocurre en variedades resistentes y susceptibles al patógeno.
- **Fase crónica:** es el síntoma clásico de la enfermedad; son una o varias rayas blancas, finas y muy definidas, casi paralelas a la nervadura, donde se originan; las estrías siguen las venas secundarias y pueden extenderse hacia abajo en la vaina, desarrollando necrosis. Se encuentran tallos sanos y tallos enfermos en una misma cepa; los más viejos con brotes o "lalas", generalmente cloróticas, que no sobreviven a la siembra.
- **Fase aguda:** muerte súbita de la planta, sin que haya mostrado síntomas crónicos. Se presenta en variedades susceptibles.

El diagnóstico en el campo es difícil, se debe realizar en el laboratorio. Las temporadas secas son favorables para la bacteria; la muerte súbita de la planta en la fase aguda, sin haber mostrado síntomas, generalmente ocurre después de un período de tiempo seco.



Detectada en Colombia en el departamento de Cesar en 1993 y en Antioquia y Cauca en 1994, cuando se comenzó a diseminar por todo el valle del río Cauca, donde la incidencia actual no supera el 1%.



Signos

A. Cultivo bacteriano. B. Células de *X. albilineans*, móviles a través de un flagelo polar único y sin agrupación.

Las células de las especies del género *Xanthomonas* son bacilos Gram negativos, alargados y delgados ($0.4-0.9 \mu\text{m} \times 0.7-2.0 \mu\text{m}$) que se presentan generalmente sin agrupación característica, no producen esporas y son móviles a través de un único flagelo polar; su respiración es estrictamente aerobia. Sus colonias son de color amarillo brillante.

Foto A: observación a simple vista del crecimiento bacteriano en medio de cultivo. Foto B: visualización con microscopio electrónico de transmisión.



Los tallos más viejos pueden producir brotes laterales o "lalas" con síntomas de LSD.

Otras enfermedades comunes causadas por hongos

En Colombia existen varias enfermedades causadas por hongos que no se consideran de importancia económica, aunque son de interés porque pueden ser confundidas con las enfermedades principales por sus síntomas. En esta guía incluimos siete enfermedades comunes: muermo rojo, mancha de ojo, mancha de anillo, mancha café, mancha púrpura, cogollo retorcido y mal de piña. Se presentan con mayor o menor incidencia y severidad dependiendo de las condiciones ambientales, el manejo del cultivo, la variedad de caña y otros factores existentes en el campo. No obstante su menor importancia, se recomienda estar atentos a su incidencia y severidad.

MUERMO ROJO

También pudrición roja

Hongo *Colletotrichum falcatum* Went.
Glomerella tucumanensis (Speg.) Arx y Muller, como teleomorfo.

Síntomas

En el tallo:

- Coloraciones rojizas a todo lo largo de los tejidos internos; con frecuencia aparecen cortadas en ángulo recto por manchas de color blanco, que algunas veces son tan frecuentes que el tejido interno tiene la apariencia de moteado.
- El hongo penetra principalmente por heridas o daños mecánicos y por orificios de entrada o salida de insectos barrenadores de tallos, como *Diatraea* spp.
- Los tallos en estado avanzado de afección emiten un olor fermentado agrio, se ahuecan y en su interior se desarrolla profusamente el hongo. Las esporas forman masas rosadas, con frecuencia visibles en los nudos de tallos severamente afectados.

En las hojas:

- Pequeñas manchas rojizas de 2-3 mm de longitud y 0.5 mm de ancho en la lámina foliar, donde se encuentran acérvulos y esporas del hongo.
- También se encuentran acérvulos en la nervadura central, por el haz. Primero aparecen manchas pequeñas de color rojo que avanzan en ambas direcciones y penetran el tejido, donde forman lesiones pequeñas y alargadas de 3-9 cm. Sobre la superficie de las lesiones maduras se forman las fructificaciones del hongo.

Es una enfermedad de importancia económica en algunos países.

Puede confundirse con la roya café por las lesiones en las hojas.

Afecta la nervadura central en la mayoría de las variedades, sin importar el grado de resistencia a las infecciones en el tallo.

Con frecuencia ataca la nervadura en los sitios de oviposición del saltahoja de la caña, *Perkinsiella saccharicida* Kirk., aunque no siempre es así.

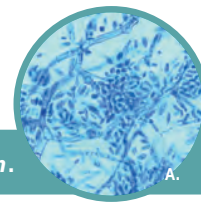


Pudrición roja en los tejidos internos del tallo.



Lesiones rojas, pequeñas en la lámina foliar y alargadas en la nervadura.

A. Conidias de *C. falcatum*.



Signos

Los cuerpos fructíferos del hongo son acérvulos asexuales y se encuentran en hojas y tallos afectados en los cuales se producen abundantes esporas o conidias.

Foto A: visualización con microscopio óptico con objetivo 100X.

MANCHA DE OJO

Hongo *Bipolaris sacchari*
(Butl. Apud. Butl. and Khan) Shoemaker.



Lesiones con un centro rojizo y un halo amarillento bien marcado.

Síntomas

- Aparecen lesiones con un centro rojizo y un halo amarillento bien marcado, que tiende a desaparecer a medida que las lesiones aumentan de tamaño.
- Si la humedad relativa es alta, las lesiones se pueden extender de forma longitudinal y llegar a afectar grandes áreas de la lámina foliar.

Es considerada una enfermedad estacional que es más severa en ambientes de alta humedad relativa. Los síntomas iniciales pueden confundirse con las lesiones producidas por la roya café.



A. Conidias de *B. sacchari*.

Signos

Conidióforos café amarillentos de $\sim 70-380 \mu\text{m} \times 3.5-5.0 \mu\text{m}$, con conidias o esporas verde oliva a café, de forma oblonga o elíptica, con frecuencia ligeramente curvadas, con 3-10 septas.

Foto A: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.

MANCHA DE ANILLO

También mancha anular

Hongo *Leptosphaeria sacchari*
Van Breda de Haan.

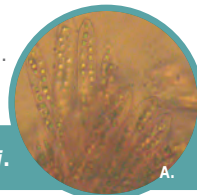


Lesiones grandes de color pardo claro rodeadas de un anillo café rojizo.

Síntomas

- Las manchas inicialmente son rojizas, pequeñas, ovaladas o circulares. Al aumentar de tamaño, se vuelven irregulares, de color pardo muy claro o “paja” característico y rodeadas de un anillo café rojizo. Llegan a medir entre 2.5-4.0 mm de ancho x 10-12 mm de largo.
- Las hojas afectadas se secan y se desprenden del tallo.
- La enfermedad es más severa en ambiente de alta humedad relativa.

En algunos países afecta la hoja, la yagua y el tallo. En Colombia afecta de preferencia la parte apical de las hojas inferiores, aunque puede avanzar a las hojas más jóvenes.



A. Ascosporas de *L. sacchari*.

Signos

Peritecios inmersos o superficiales de 80-120 μm de ancho, con ascas bitunicadas de bases cortas, cilíndricas a clavadas; contienen ocho ascosporas de 78 $\mu\text{m} \times 86 \mu\text{m}$ cada una, de cuatro células, hialinas y elipsoides, con la segunda célula ligeramente más ancha, de 18.75 $\mu\text{m} \times 1.55 \mu\text{m}$.

Foto A: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.

MANCHA CAFÉ

También mancha parda

Hongo *Cercospora longipes*
E.J. Butler (1906).

Síntomas

- Inicialmente aparecen manchas planas de 2-4 mm de largo, de color pardo o café, redondeadas, ovales, rodeadas de un halo clorótico o amarillo.
- Luego el centro se seca y las manchas se tornan de color pardo claro, pueden fusionarse y formar parches visibles en ambos lados de la hoja.
- Ataques severos causan muerte prematura de las hojas.
- Se puede confundir con la roya café.

El ataque puede ser más severo en períodos de alta humedad relativa y días nublados. Es posible que ocurra la muerte prematura de las hojas y la planta tome la apariencia de chamuscada.



Mancha parda o café con un halo clorótico o amarillo.

A. Conidióforos de *C. longipes*



A.

Signos

Conidióforos septados y de color marrón oscuro.

Foto A: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.

MANCHA PÚRPURA

Hongo *Dimeriella sacchari*
(v. Breda de Haan) Hansford.

Síntomas

- Inicialmente aparecen pequeñas lesiones rojizas o púrpuras con un borde amarillento fino; pueden ser redondas, elípticas o irregulares, entre 0.5 mm y 2.0 mm de diámetro, y pueden seguir creciendo.
- En condiciones de alta humedad relativa, las lesiones pueden unirse y dañar grandes áreas de la lámina foliar.

Por lo general afecta las hojas inferiores e intermedias en el haz. El daño depende de la susceptibilidad de la variedad de caña y de la condición de humedad relativa. Puede confundirse con la roya café o la roya naranja.



La mancha púrpura tiene un borde amarillento fino.

A. Peritecios y ascosporas de *D. sacchari*.



A.

Signos

Peritecios globosos en la superficie de la hoja, que miden entre 39-72 μ m de diámetro. Las ascosporas son elongadas a elípticas, uniseptadas, de 12-18 μ m x 4.5-6.6 μ m.

Foto A: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.

COGOLLO RETORCIDO

También *Pokkah Boeng*

Hongo *Fusarium moniliforme* Sheldon

Gibberella fujikuroi (Sawada) Wollenweber, como teleomorfo.

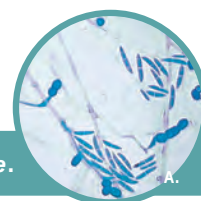


Clorosis y malformación en la base de hojas jóvenes y en tallos.

Síntomas

- Se caracteriza por una clorosis de las hojas jóvenes, seguida de una malformación en la base de la hoja; la base es más angosta de lo normal.
- A medida que se desarrolla pueden aparecer pequeñas rayas o “pecas” rojas dentro de las partes cloróticas y, al mismo tiempo, puede ocurrir una distorsión en la forma de los tallos afectados.
- En ocasiones la situación se agrava por la pudrición severa del cogollo, lo que ocasiona la muerte de la planta. Aunque en la mayoría de los casos, los tallos afectados y distorsionados se recuperan y llegan a producción.
- En el envés se puede apreciar un polvillo blanco característico, formado por las esporas del hongo.

La transición de temporada seca a lluviosa o viceversa favorece la enfermedad. Se puede confundir con daños de insectos Lepidoptera, *Spodoptera* spp. y *Heliothis* spp., que se alimentan en los cogollos de la caña.



A. Conidias de *F. moniliforme*.

Signos

Conidias asexuales (macroconidios y microconidios). Estas esporas pueden persistir en residuos de suelo y plantas; son diseminadas por medio del viento y la lluvia.

Foto A: visualización con microscopio óptico con objetivo 40X.

MAL DE PIÑA

Hongo *Ceratocystis paradoxa*

(Dade) Moreau.

Síntomas

- Pudrición amarilla o anaranjada en los tejidos internos de tallos que se utilizarán como material vegetativo de siembra. En estados avanzados, la pudrición se torna negra debido al crecimiento y fructificación del hongo.
- El material afectado emite el olor característico de la piña fermentada, en razón de los metabolitos volátiles producidos por el hongo y la degradación de los tejidos de la caña.
- En Colombia su diagnóstico es cada vez menos frecuente. Esto es posible siempre y cuando la edad de la semilla, su sanidad y manejo, y las condiciones de humedad y preparación del terreno sean las adecuadas.
- El inóculo se dispersa por medio del viento y el agua de riego, y en la maquinaria y las herramientas utilizadas en el movimiento de suelo contaminado. Penetra los tejidos sanos a través de lesiones ocasionadas por insectos, en los cortes realizados en el tallo y a través de las yemas que han sufrido daños y heridas en su manipulación.

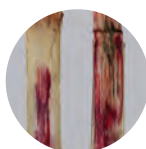
Ocasiona pudrición de la semilla vegetativa. Las esporas viven libremente en el suelo y los tejidos enterrados, donde pueden persistir por un año o más. En algunos países es considerada una enfermedad de importancia.

Signos

C. paradoxa produce varios tipos de esporas: ascosporas de origen sexual y microconidios y macroconidios de origen asexual.

Síntomas de enfermedades observados con mayor frecuencia en los diferentes estados de desarrollo de la caña de azúcar en Colombia

Semilla vegetativa

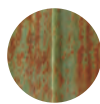


Muermo rojo



Mal de piña

Caña de 3 a 5 meses



Roya naranja



Roya café



Carbón



Escaldadura de la hoja

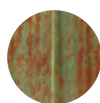


Cogollo retorcido

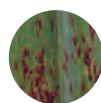


Mosaico

Caña de 6 a 9 meses



Roya naranja



Roya café



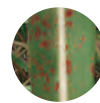
Baciliforme



Mancha de ojo



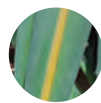
Mancha de anillo



Mancha púrpura



Escaldadura de la hoja



Hoja amarilla



Raquitismo de la soca

Otros factores que también causan síntomas en la caña

Los desórdenes genéticos, fisiológicos y las condiciones ambientales adversas, entre otros factores externos y abióticos, pueden afectar negativamente los tejidos de la caña de azúcar y producir daños con síntomas similares a los causados por los organismos patógenos o de origen biótico, lo que puede generar confusión y conducir a decisiones erróneas en el manejo de la situación. De ahí la importancia de reconocer los síntomas de factores no patógenos y que son frecuentes en el campo de cultivo.

Desórdenes fisiológicos

● Estrés hídrico

El contenido de humedad del suelo en la zona de raíces afecta la forma química en la que están presentes los nutrimentos en el suelo y la capacidad de la raíz para absorberlos. En este sentido, el estrés hídrico, por exceso o déficit de agua en el suelo, afecta la nutrición de los cultivos. Se considera un desorden fisiológico porque limita las funciones propias de los tejidos en cada etapa de desarrollo del cultivo.



Síntoma de estrés hídrico por el exceso de agua.



Síntoma de estrés hídrico por el déficit de agua.

Síntomas

En principio, el exceso de agua limita la aireación del suelo y restringe la nitrificación, con lo cual hay menos nitrato, es decir, menos nitrógeno (N) disponible en la forma química que más requiere la caña de azúcar para su desarrollo.

- El exceso de agua en la etapa de germinación reduce el porcentaje de brotes y el número de macollos.
- En la madurez, produce amarilleamiento y senescencia prematura de las hojas, limita el crecimiento de los entrenudos –son más cortos y delgados de lo normal– y afecta la productividad.

De otra parte, el déficit de agua hace que la solución del suelo quede confinada muy cerca de las partículas de suelo, donde la tensión es mayor y es más difícil para la raíz absorber los nutrimentos disueltos; los síntomas en la germinación y en la etapa de madurez son iguales que cuando hay exceso. Difieren en la etapa de rápido crecimiento:

- El déficit de agua en los primeros 4 a 5 meses de edad de la caña se manifiesta en hojas enrolladas y amarillentas; las hojas bajas se secan y las plantas se ven marchitas. La yagua se adhiere más al tallo y es difícil removerla manualmente en la cosecha.

Deficiencias nutricionales

La concentración de nutrimentos en el tejido vegetal puede estar en los rangos de deficiencia, suficiencia o toxicidad. El rango de suficiencia es adecuado para el desarrollo de las plantas, mientras los de déficit o exceso pueden causar estrés nutricional; los síntomas de deficiencia y toxicidad son similares entre sí y es difícil diferenciarlos a simple vista en el campo; pueden ser semejantes a los ocasionados por patógenos.



Síntoma de deficiencia nutricional.

Síntomas

- El estrés nutricional puede producir síntomas semejantes a los ocasionados por patógenos, entre ellos reducción del sistema radicular, cambios morfológicos, de coloración y de hábitos de crecimiento como acortamiento de tallos, pérdida de vigor y retraso de crecimiento.
- Las plantas afectadas por deficiencia o toxicidad de nutrimentos pueden ser más susceptibles a enfermedades, entre otros síntomas y desórdenes.

Daños por herbicidas

Las dosis inadecuadas o en exceso de los herbicidas sistémicos que se utilicen en el cultivo de la caña de azúcar para el control de malezas y como reguladores del crecimiento –con fines de maduración por concentración de sacarosa en los tallos–, pueden producir síntomas diversos en las plantas que reciben el producto. En particular, los síntomas en las hojas pueden confundirse con la fase crónica de la escaldadura de la hoja.



Síntoma por residualidad de madurador en la planta.



Síntoma en la soca siguiente.

Síntomas

- Un rayado blanco y definido, paralelo a la nervadura central de la hoja, puede aparecer luego de aplicar el madurador. El síntoma es casi generalizado en el lote y por lo regular desaparece después de un par de meses, cuando la caña produce follaje sano.
- Las variedades de caña de azúcar difieren en su condición de susceptibilidad o resistencia, en términos de la respuesta al tratamiento de maduración. Las dosis requeridas del herbicida sistémico son muy bajas y la respuesta depende de la variedad de caña, la molécula como tal, la edad de la planta, la humedad del suelo y las condiciones ambientales de temperatura y radiación solar, entre otras.
- La sintomatología por exceso en el tratamiento de maduración es diversa y puede darse tanto en el ciclo de cultivo aplicado como en la soca siguiente.

Desórdenes genéticos

Flecking o pecas

El término *flecking* viene del inglés y significa pecoso, manchado. Se identifica como un desorden genético, no contagioso, que se encuentra en algunas variedades de caña de azúcar. No hay efecto conocido en la productividad del cultivo. Los síntomas pueden confundirse con lesiones avanzadas de roya café y roya naranja o con daños de algunos insectos.



Flecking o pecas.

Síntomas

- En el haz de la hoja se observan puntos, manchas o "pecas" cloróticas; el envés es amarillento pálido, con mayor intensidad en la parte media del limbo y hacia la punta de la hoja.
- Las pecas se tornan rojizas de acuerdo con la edad de la caña.
- La proporción de plantas con el síntoma y la severidad de las pecas pueden aumentar con el número de cortes o socas.
- En Colombia se ha observado *flecking* variable en la variedad CC 92-2198, sin que se haya observado efecto alguno en la productividad del cultivo. No obstante, existen limitaciones de tipo cultural que restringen la adopción de variedades que registran altos niveles de *flecking*.

Albinismo

Por un desorden genético, algunas plantas no producen la clorofila necesaria para realizar de forma eficiente la fotosíntesis. El albinismo no se transmite de una planta a otra, ni persiste en la cepa en las socas. Los síntomas pueden confundirse con las lesiones de la escaldadura de la hoja y con daños visibles por la aplicación de herbicidas sistémicos.



Síntoma de albinismo.

Síntomas

- Algunos tallos y hojas de la planta se vuelven totalmente cloróticos a blancos y, por lo general, mueren.
- Los síntomas se diferencian de los daños por herbicida porque el albinismo se observa en una planta o sitio concreto del cultivo, no en focos o franjas del lote como si ocurre en el caso de los herbicidas sistémicos aplicados para el control de malezas o como maduradores de la caña.

Eventos meteorológicos

● Rayo y vendaval

El cultivo puede resultar afectado por los rayos y vendavales que se producen durante las tormentas eléctricas, en ocasiones acompañados por granizo. Los daños más frecuentes son debidos al rayo; los síntomas pueden ser localizados en unas pocas plantas o abarcar un área visible a distancia, la cual es casi siempre circular.

Síntomas

La descarga eléctrica del rayo tiene efectos en las plantas, los cuales dependen de la intensidad del rayo, el contenido de humedad del suelo y el estado vegetativo del cultivo:

- Los cogollos pueden quedar desgarrados, con lo cual los tejidos meristemáticos se pudren rápidamente.
- Rajando los tallos longitudinalmente se pueden observar grandes cavidades con tejidos coloreados, desde anaranjado y rojo púrpura a violeta.
- Es posible que aparezcan raíces adventicias y que broten yemas laterales debido a la ruptura de la dominancia apical del meristemo del tallo afectado.
- El daño se puede localizar en unas pocas plantas o abarcar un área visible a distancia, la cual es casi siempre circular; las plantas toman una coloración amarillenta y las más afectadas siempre están en el centro del círculo.

Los daños por granizo son menos frecuentes; se caracterizan por perforaciones y deshilachado de las hojas y, en algunos casos, quemazón.



Indicio de daños por rayo.



Raíces adventicias.



Los vendavales son ráfagas de viento de máxima velocidad en áreas localizadas y por un periodo determinado, que ocasionan volcamiento de los tallos, desgarramiento y daños mecánicos.

Insectos y fumagina

● Pulgón amarillo

Sipha flava (Forbes)

Los insectos de hábito chupador pertenecientes al orden Hemiptera, familia Aphididae, se conocen como áfidos o pulgones; en la mayoría de los casos, aumentan sus poblaciones en las temporadas secas o de lluvias escasas. Entre las especies más comunes en valle del río Cauca, que producen síntomas parecidos a los de enfermedades, se cuenta el pulgón amarillo, *S. flava*.



Síntomas de *S. flava*.

Colonia de *S. flava*.

Síntomas

- Afecta las hojas jóvenes de tallos ya desarrollados; los bordes y las puntas se vuelven amarillos y las hojas se van secando progresivamente. El síntoma se acentúa en épocas de verano.

Otras dos especies de áfidos frecuentes en el valle del río Cauca no ocasionan síntomas directos pero son vectores de enfermedades principales: el pulgón gris, *Melanaphis sacchari*, transmite el virus de la hoja amarilla, SCYLV; y el pulgón del maíz, *Rhopalosiphum maidis*, transmite el mosaico común de la caña de azúcar, SCMV.

● Chinche de encaje

Leptodictya tabida (Herrich Shaeffer)

En el valle del río Cauca, este insecto chupador (Hemiptera: Tingidae) cuenta con abundantes controladores biológicos naturales; las lluvias reducen significativamente sus poblaciones y no se considera una plaga de importancia en el cultivo de la caña de azúcar. Los síntomas han sido confundidos con los daños causados por roya café o roya naranja.



Síntoma de chinche de encaje.

Adulto alado.

Síntomas

- En el envés de las hojas del tercio medio de la planta se forman manchas de coloración blanquecina que luego se tornan de color pardo a café. Allí se encuentran las colonias de ninfas y adultos de *L. tabida*, succionando la savia, lo que causa las lesiones.

Los signos son los adultos del insecto, de 3-4 mm de largo, de color blanco a plateado y alas con diseño de encaje, de allí su nombre; la exuvia es de color negro, al igual que el excremento.

● Fumagina

La fumagina es un disturbio de origen biótico que se presenta en una gran cantidad de plantas. El daño que produce es de tipo indirecto y ocurre cuando afecta la interceptación de luz requerida para la fotosíntesis. No se considera un problema de importancia en el cultivo de la caña de azúcar. Los síntomas han sido confundidos con los daños causados por carbón.



Síntoma de fumagina.

Síntomas

- Se caracteriza por un “hollín” o película de color negro o gris oscuro que cubre principalmente las hojas bajas y los tallos, sin penetrar la epidermis ni realizar daño directo.
- Está formada por capas de micelio y cleistotecios como estructuras fructíferas de hongos, usualmente de los géneros *Capnodium* spp. y *Meliola* spp.
- Los hongos crecen sobre exudados y secreciones azucaradas que producen insectos chupadores, generalmente del orden Hemiptera, entre ellos áfidos o pulgones, saltahojas y salivazos.
- Además del mal aspecto de las plantas, la fumagina se caracteriza por la asociación con hormigas simbiotes, que son molestas en las labores del campo.
- En Colombia se observa en épocas secas, cuando hay menos hospedantes alternos, como plantas arvenses, y aumentan las poblaciones de insectos chupadores de la familia Delphacidae, como el saltahoja de la caña, *Perkinsiella saccharicida* Kirkald.

↻ Orientaciones para el facilitador

Repase con los participantes el contenido de la unidad de aprendizaje y luego realice el Ejercicio 1: Identifiquemos síntomas de enfermedades y otras anomalías en los tejidos de la caña de azúcar.

Ejercicio 1

Identifiquemos síntomas de enfermedades y otras anomalías en los tejidos de la caña de azúcar

Orientaciones para el facilitador

Este ejercicio es una inducción previa a la práctica de campo y está diseñado para que los participantes se familiaricen con los síntomas que pueden presentar los tejidos de la caña de azúcar como consecuencia de enfermedades y otros factores. Se sugiere que los participantes trabajen en grupos de tres o cinco personas, en lo posible. Cada grupo analizará distintas muestras de tejido afectado o con lesiones, describirá los síntomas observados y hará el diagnóstico preliminar de las causas. Se requiere un sitio con buena iluminación para realizar el ejercicio. Tiempo estimado: 90 minutos.

Sugerencias para organizar el ejercicio

1. **Defina la dinámica de trabajo** que seguirán los grupos y prepare los recursos didácticos necesarios. El principal criterio para diseñar el ejercicio es que todos los participantes tengan la oportunidad de observar y analizar cada uno de los síntomas.
 - ✓ Revise las Instrucciones para los participantes, donde se propone una dinámica de trabajo y se encuentra la Hoja de respuestas con el listado de síntomas por conseguir.
 - ✓ El ejercicio ideal es con muestras de tejidos de caña de azúcar recolectadas en el campo, aunque también se puede realizar con base en fotografías. Lo importante es que identifique correctamente el origen o la causa del síntoma respectivo.
 - ✓ Asigne un número de identificación a cada muestra o fotografía.
 - ✓ Reserve un sitio adecuado para el trabajo de los grupos, cómodo y con buena iluminación, y disponga los recursos necesarios.
2. **Prepare a los participantes** para el ejercicio y aclare oportunamente las inquietudes que se presenten en los grupos de trabajo.
 - ✓ Antes del ejercicio, repase con los participantes la unidad 1: Síntomas y signos de enfermedades y otros factores que causan síntomas en la caña de azúcar.
 - ✓ Pídale que conformen grupos de 3 o 5 personas. Entregue a cada persona una copia de las Instrucciones para los participantes. Presente los objetivos del ejercicio y explique las actividades que se deben realizar.
 - ✓ Aclare las dudas de los participantes a medida que se desarrolla el ejercicio.

RECURSOS NECESARIOS

Para cada participante:

- ☐ Una copia de las fichas descriptivas incluidas en la unidad 1: Síntomas y signos de enfermedades y otros factores que causan síntomas en la caña de azúcar.
- ☐ Una copia de las Instrucciones para los participantes y la Hoja de respuestas.
- ☐ Hojas de papel en blanco y lápiz.

Para cada grupo:

- ☐ Una o dos lupas.
- ☐ Un juego de muestras o fotografías con síntomas o en su defecto, un punto de exposición de síntomas. Cada muestra debe tener un número de identificación; puede estar empacada en una bolsa plástica transparente o colocada en un vaso con agua.

Orientaciones para la dinámica de retroinformación

Una vez cumplidas las actividades lleve a cabo la sesión de retroinformación como táctica para determinar el nivel de aprovechamiento del ejercicio realizado, complementar y afianzar los conocimientos adquiridos y, especialmente, para motivar a los participantes a afinar su capacidad de observación. Revise con ellos las respuestas correctas y facilite el diálogo final con algunas preguntas, por ejemplo:

1. ¿Qué dificultades hubo durante la identificación de los síntomas?
2. ¿Cuál síntoma fue el más fácil de identificar?
3. ¿La explicación teórica previa fue suficiente para identificar los síntomas de las enfermedades, desórdenes y otros problemas?
4. ¿El tiempo asignado para el ejercicio fue suficiente?
5. ¿Qué actividades sugiere para facilitar el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos en esta primera etapa de la capacitación?
6. Teniendo claro cuáles son los síntomas de las enfermedades, ¿de qué forma cree que podríamos hacer un manejo adecuado de las distintas patologías?

Ejercicio 1

Instrucciones para los participantes

Identifiquemos síntomas de enfermedades y otras anomalías en los tejidos de la caña de azúcar

Objetivo

Al finalizar este ejercicio, los participantes estarán en capacidad de describir los síntomas de las enfermedades de la caña de azúcar más frecuentes en Colombia y sabrán diferenciarlos de otras anomalías que tienen su origen en factores no patogénicos.

Actividades

El facilitador preparará una serie de muestras de material vegetal o fotografías de caña de azúcar con diferentes síntomas y asignará un número de identificación a cada una. El ejercicio consiste en observar cada muestra y completar las casillas vacías en la Hoja de respuestas.

- 1 **Observe en detalle cada muestra y luego, en la Hoja de respuestas, identifique el ORIGEN DE LOS SÍNTOMAS.**
- 2 **Registre el NÚMERO DE LA MUESTRA** enfrente del origen correspondiente.
- 3 **Redacte la DESCRIPCIÓN DE LOS SÍNTOMAS** observados en cada muestra.
- 4 **Siga las orientaciones del facilitador y participe en la dinámica de retroinformación sobre las respuestas correctas.**



Hoja de respuestas

Identifiquemos síntomas de enfermedades y otras anomalías en los tejidos de la caña de azúcar.

Origen de los síntomas	Número de muestra	Descripción
Roya café		
Roya naranja		
Carbón		
Raquitismo de la soca		
Escaldadura de la hoja		
Mosaico		
Hoja amarilla		
Baciliforme		
Mancha de ojo		
Mancha de anillo		

Continúa



Origen de los síntomas	Número de muestra	Descripción
Mancha púrpura		
Cogollo retorcido		
Muermo rojo		
<i>Flecking</i> o pecas		
Albinismo		
Estrés hídrico		
Deficiencia nutricional		
Madurador o herbicida		
Rayo		
Vendaval		
Fumagina		

Unidad 2



Evaluaciones de severidad e incidencia de las enfermedades principales en Colombia

Identificación de la primera hoja con cuello o ligula visible, también conocida como hoja TVD (*Top Visible Dewlap*).

Introducción

En esta unidad de aprendizaje se presentan las metodologías de evaluación del daño causado por las principales enfermedades, incluidas algunas determinaciones de campo y otras de laboratorio. Se explican los procedimientos de muestreo y la forma de estimar el porcentaje de incidencia en un cultivo, la severidad de las lesiones en el tejido afectado o la presencia del patógeno, de acuerdo con la enfermedad.

También se dan algunas recomendaciones sobre el manejo de semilleros y campos comerciales para evitar la diseminación de los patógenos causantes de enfermedades, prevenir la infección de plantas sanas y, en general, mantener la incidencia y severidad en niveles bajos, que no causen daño económico. Finalmente se presenta la oferta de los servicios de sanidad vegetal del área de Fitopatología de Cenicaña y la forma de acceder a ellos.

Las metodologías de evaluación que se proponen en esta guía han sido adaptadas o desarrolladas por Cenicaña durante 37 de investigación y servicios en sanidad vegetal en la agroindustria azucarera colombiana. Se utilizan actualmente en el manejo sanitario de semilleros, campos experimentales y campos comerciales. Existen otras metodologías y criterios diferentes que también pueden usarse pero no se incluyen aquí. La utilización de las metodologías debe hacerse con base en criterios específicos y según el contexto de la situación.

La capacitación concluye con un par de prácticas en las que los participantes simulan los procedimientos reales que se llevan a cabo en el campo y el laboratorio para la inspección y evaluación fitosanitaria de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. La confirmación del diagnóstico, la severidad de las lesiones y el porcentaje de incidencia de las distintas enfermedades son claves en las decisiones de manejo integral del cultivo.

Objetivos

Al finalizar esta unidad de aprendizaje, los participantes serán competentes para:

- ✓ Evaluar la incidencia y/o severidad de las principales enfermedades de la caña de azúcar en Colombia.
- ✓ Tomar la muestra de tejido foliar requerida para el diagnóstico de las principales enfermedades sistémicas en un cultivo de caña de azúcar de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades de Cenicaña.
- ✓ Acceder a los servicios de sanidad vegetal en Cenicaña de acuerdo con las condiciones indicadas en el sitio web del Centro de Investigación, www.cenicana.org, para cada uno de ellos: Diagnóstico de Enfermedades; Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio; y Multiplicación y Propagación de Variedades.

Estructura de aprendizaje

Evaluaciones de severidad e incidencia de las enfermedades principales en Colombia

La unidad explica las metodologías de evaluación en campo y laboratorio, y da información sobre efectos en producción, recomendaciones de manejo y servicios de Cenicaña.



Unidad 2

Evaluaciones de campo

- Reacción y severidad (%) de roya café y roya naranja.
- Incidencia (%) de carbón y virus del mosaico.

Toma de muestras en campo y evaluaciones de laboratorio

- Incidencia (%) de raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja.
- Presencia/ausencia de virus de la hoja amarilla, mosaico y baciliforme.

Servicios de sanidad vegetal

- Diagnóstico de Enfermedades.
- Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio.
- Multiplicación y Propagación de Variedades.

Práctica 1

Evaluemos el daño causado por las enfermedades principales en el cultivo de la caña de azúcar.



Explicación de la estructura de aprendizaje

Comenzamos la unidad con una descripción teórica de las metodologías estandarizadas en Cenicaña para la evaluación en campo de roya café, roya naranja, carbón y mosaico, y la toma de muestras para el análisis en laboratorio de raquitismo de la soca, escaldadura de la hoja y virus de la hoja amarilla, mosaico y baciliforme.

Los procedimientos de evaluación se complementan con algunas referencias del efecto conocido en producción y las variedades de caña de azúcar afectadas. De igual modo, se dan recomendaciones de control de las enfermedades basadas en el manejo integral de los cultivos utilizados como fuente de semilla y para la producción comercial.

Finalmente, proponemos una práctica de campo para afianzar los conceptos impartidos durante la capacitación. De este modo comenzaremos el proceso de entrenamiento que luego debe continuar cada participante en su lugar de trabajo para desarrollar destrezas, habilidades y actitudes que favorezcan el diagnóstico de las enfermedades, su evaluación y manejo.

- Practicaremos el diagnóstico de campo y aprenderemos a determinar la magnitud del daño y a tomar las muestras de tejido foliar para solicitar el análisis al laboratorio.
- Empacaremos las muestras y las entregaremos en el estado de conservación y con la documentación requerida en el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades de Cenicaña.
- Tendremos la oportunidad de observar los signos del patógeno con lupa, microscopio o estereoscopio, y veremos cómo se preparan las muestras de tejido foliar que llegan del campo para su diagnóstico.
- Durante la dinámica de retroinformación sobre la experiencia de capacitación dedicaremos unos minutos a reflexionar sobre la importancia de las evaluaciones de incidencia y/o severidad y las acciones concretas que deben ponerse en práctica en el manejo integral del cultivo para asegurar la sanidad de la caña de azúcar en Colombia.

Preguntas iniciales



1. ¿Cómo se pueden evaluar los daños causados por las enfermedades en las plantas?
2. ¿Para cuáles enfermedades de la caña de azúcar se determina la incidencia o severidad y cómo se hace?
3. ¿Por qué se determina la incidencia de algunas enfermedades en el laboratorio y no en el campo de cultivo? ¿Cómo se evalúa la incidencia de estas enfermedades en el laboratorio?
4. ¿Cuáles son algunas prácticas de manejo sanitario que deben realizarse en campos afectados por enfermedades sistémicas? ¿cuáles se deben realizar en el caso de las enfermedades no sistémicas?
5. ¿Por qué es importante realizar el control de la calidad de la semilla y utilizar solamente material libre de patógenos?
6. ¿Por qué se dice que una variedad de caña de azúcar es resistente a una enfermedad determinada? ¿A cuáles enfermedades son resistentes las variedades CC (Cenicaña Colombia)? ¿Qué diferencia hay entre resistencia e inmunidad?

Generalidades sobre el manejo integral de las enfermedades

El manejo integral es un proceso de toma de decisiones que anticipa y previene la infección de los patógenos causantes de la enfermedad, sin que se afecte la productividad, mediante la combinación de diferentes estrategias para tener soluciones en el corto, el mediano y el largo plazo. Incluye el manejo sanitario, es decir medidas de prevención y protección con el propósito de evitar la enfermedad, y el manejo de las enfermedades presentes, es decir procedimientos que permiten recuperar los cultivos afectados y evitar el contagio masivo. Integra métodos culturales, genéticos, biológicos, físicos y químicos compatibles entre sí para obtener un manejo satisfactorio desde el punto de vista económico y ambiental.

En relación con el control fitosanitario, acorde con las normas internacionales adoptadas por Colombia y en cooperación con el ICA, Cenicaña importa variedades de caña de azúcar como germoplasma, para lo cual tiene establecidos protocolos de evaluación de los materiales foráneos en estaciones de cuarentena cerrada y cuarentena abierta, a través de los cuales previene el ingreso de enfermedades exóticas, no presentes en el país, entre otros propósitos.

Con respecto al control de las enfermedades existentes en el territorio nacional, el Centro de Investigación entrega a los cultivadores de caña de azúcar las variedades Cenicaña Colombia (CC) que son seleccionadas por sus cualidades agronómicas y de productividad y por su resistencia a las enfermedades principales: roya café, roya naranja, virus del mosaico y carbón. También realiza investigación en métodos de diagnóstico más eficientes y precisos y evalúa el efecto de las enfermedades en la productividad de las variedades de mayor interés en la agroindustria azucarera. A través de los servicios de sanidad vegetal mantiene actualizados los informes de incidencia o severidad y prevalencia de las enfermedades en las zonas productoras y emite recomendaciones de manejo integral con el fin de tener los semilleros y los campos experimentales y comerciales sanos, manejando el nivel de incidencia de los patógenos actuales y potenciales y su diseminación.

Las recomendaciones varían según se trate de enfermedades sistémicas, que se pueden manifestar en todos los órganos de la planta o en la mayor parte de ellos; o de enfermedades no sistémicas, en las cuales una parte de la planta se ve afectada y la infección es localizada. En general, se puede decir que las patologías sistémicas son más difíciles de reconocer en el campo y por lo tanto requieren el diagnóstico de laboratorio, como en efecto se hace para los virus de la hoja amarilla (SCYLV), mosaico (SCMV) y baciliforme (SCBV), y para las bacterias causantes del raquitismo de la soca (RSD) y la escaldadura de la hoja (LSD).

Con base en los resultados de las evaluaciones de severidad o incidencia y prevalencia se toman las decisiones de manejo integral, como medidas de control de la diseminación y el contagio, y prácticas culturales y agronómicas para la recuperación de los cultivos afectados.

En el caso de las royas, el carbón y el mosaico, las evaluaciones de severidad e incidencia permiten calificar la condición de resistencia de las variedades de caña de azúcar. Al respecto, cabe mencionar que la cualidad de resistencia observada en las variedades experimentales

no significa inmunidad. Este conocimiento es importante, porque en la medida en que las variedades son sembradas en distintos sitios es probable que el ecosistema de cultivo ejerza alta presión de inóculo y que las condiciones ambientales sean favorables para la reproducción, diseminación y desarrollo de los patógenos, con lo cual se presenta la enfermedad. En este sentido, se debe recordar que las enfermedades hacen parte de un proceso biológico natural que es dinámico. Los patógenos evolucionan y después de muchos años pueden infectar variedades que hasta entonces se consideraban resistentes a una determinada enfermedad; este proceso no es generalizado ni uniforme.

Evaluación de las enfermedades principales y recomendaciones de manejo

Las enfermedades identificadas como principales se consideran de importancia económica en razón de su efecto actual o potencial en la productividad de la caña de azúcar. Sin embargo, determinar el efecto en la productividad debido a una enfermedad exige aislar dicho efecto de los producidos por otros factores del ecosistema de cultivo, lo cual es realmente complejo en la práctica de la agricultura comercial. Por tanto, requiere experimentación bien planeada, diseñada y específica.

En Colombia se tienen registros locales de pérdidas cuantificadas para algunas enfermedades principales y en los demás casos se toman como referencia los registros de otros países azucareros. Para determinar el efecto de una enfermedad en la productividad se recurre a pruebas experimentales, un asunto que es de la competencia de las entidades nacionales de desarrollo e investigación agrícola en cada país. En otros casos concretos, los resultados de la evaluación de incidencia o severidad de la enfermedad y su asociación con las pérdidas en producción son suficientes para estimar el efecto del daño.

Las evaluaciones de severidad e incidencia se deben realizar tanto en semilleros como en lotes comerciales, en especial cuando estos últimos son fuente de semilla. Los resultados le ayudan al agricultor a tomar la mejor decisión para obtener un manejo satisfactorio desde el punto de vista económico y ambiental.

Las siguientes variedades, recomendadas por Cenicaña para la renovación de los campos azucareros del valle del río Cauca en 2016, han sido catalogadas como resistentes a roya café, roya naranja, carbón y mosaico; a la fecha, estas variedades no han presentado infección o han sido infectadas y han estado en el rango de variedades resistentes y no han registrado daño económico.

La siembra de variedades resistentes es considerada la principal estrategia del manejo integral.

- En zonas semisecas: CC 92-2198, CC 93-4181, CC 93-7711, CC 93-3826, CC 93-4418, CC 97-7170, CC 98-72, CC 00-3079, CC 01-678, CC 01-746, CC 01-1228 y CC 03-154.
- En zonas de piedemonte: CC 91-1606, CC 99-2461, CC 00-3257 y CC 00-3771.
- En zonas húmedas: CC 99-2282, CC 01-1940, CC 03-469, CC 05-940, CC 06-689, CC 06-791 y CC 09-874.

Recomendaciones generales de manejo fitosanitario

- ✓ En los planes de renovación del cultivo tenga en cuenta el área por renovar y los recursos físicos y de tiempo necesarios para obtener semilla sana y de buena calidad.
- ✓ Identifique las variedades de caña de azúcar con mejor adaptación en las zonas agroecológicas de su predio y averigüe sobre la incidencia de enfermedades en cultivos vecinos.
- ✓ Conozca los síntomas de las enfermedades más comunes causadas por hongos, virus y bacterias en la caña de azúcar y evite su diseminación a nuevos semilleros y lotes comerciales.
- ✓ Siembre variedades de caña de azúcar seleccionadas por su resistencia a las enfermedades principales: roya café, roya naranja, carbón y virus del mosaico.
- ✓ Tenga en cuenta que las variedades Cenicaña Colombia (CC) son seleccionadas por su resistencia a las enfermedades principales, lo cual no significa que sean inmunes a ellas.
- ✓ Recuerde: los patógenos hacen parte de un proceso biológico natural que es dinámico; evolucionan y después de muchos años pueden infectar variedades resistentes.
- ✓ En el establecimiento de semilleros y cultivos comerciales utilice solamente semilla de fuentes conocidas y confiables, sin mezclas de otras variedades.
- ✓ Siembre variedades resistentes y utilice sólo semilla diagnosticada como sana o libre de bacterias y virus, con edad entre 7 y 9 meses, máximo dos cortes y que haya pasado por tratamiento térmico.
- ✓ En el corte de semilla y caña comercial desinfeste machetes y cosechadoras con productos a base de yodo al 2% para prevenir la transmisión mecánica de enfermedades bacterianas.
- ✓ El manejo integral del cultivo ayuda a la sanidad: prepare y fertilice de acuerdo con las propiedades del suelo, riegue según el balance hídrico y mantenga operativa la red de drenajes.
- ✓ Proteja los semilleros de insectos barrenadores de tallos y cepas, defoliadores y chupadores; si resulta necesario intensifique el control biológico y aplique riego por aspersión para reducir las poblaciones de algunas plagas, como áfidos.
- ✓ Al momento de tener un problema en su cultivo, analice la historia del predio y los múltiples factores que pueden ocasionar el problema o estar relacionados con él.

Reacción y severidad de roya café y roya naranja

Para la evaluación se utiliza la escala de doble clasificación de Purdy y Dean (1980) y el protocolo descrito por Ángel *et al.* (2010), con el fin de determinar el tipo de lesiones producidas por cada hongo (reacción) y el porcentaje de área de la lámina foliar en la tercera hoja con cuello o lígula visible afectada por ellas (severidad). Para el registro de datos se utiliza el formato del Anexo 1.

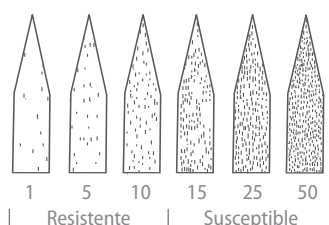
Instrucciones para la evaluación

- ✓ La evaluación se realiza directamente en el campo, en semilleros básicos, semicomerciales y comerciales y en cultivos destinados a la producción comercial, en plantas entre 4 y 6 meses de edad, mediante este procedimiento:
1. Identifique 10 o 20 sitios de muestreo aleatorio en el lote de evaluación.
 2. En cada sitio seleccione un tallo y evalúe la tercera hoja TVD (*Top Visible Dewlap*) con cuello o lígula visible, contando de arriba hacia abajo.
 3. Reacción: determine el tipo de pústula (lesión) o el grado reacción en la hoja de acuerdo con la escala de 0 a 9.
 4. Severidad: estime el porcentaje de severidad del daño con base en el porcentaje de área afectada, entre 0-100%.
 5. En el caso de encontrar otras enfermedades o daños en la hoja, determine separadamente cuanto corresponde a cada una de las royas.
 6. Determine la condición de resistencia de la variedad de caña de azúcar.

Escala de Purdy y Dean (1980) para la evaluación de roya café y roya naranja en el cultivo de la caña de azúcar.

Reacción	Descripción según el tipo de pústula	Calificación
Reacción= 1	0 Infección no visible. Roya presente en la zona geográfica.	Resistente
	1 Pequeñas rayas cloróticas solamente.	
	2 Rayas necróticas solamente.	
Reacción= 5	3 Manchas pequeñas a grandes, de forma irregular, rojas a café; pueden estar fusionadas entre sí. Ausencia de pústulas.	
	4 Manchas individuales cloróticas o rojas, con pústulas sin abrir.	
	5 Manchas individuales cloróticas o rojas, con pústulas abiertas y produciendo esporas.	Susceptible
Reacción= 9	6 Manchas grandes en la hoja, enrojecidas o necróticas, con pústulas produciendo esporas.	
	7 Manchas rojas o café, fusionadas, que cubren gran parte de la lámina foliar de un borde a otro y atraviesan la nervadura central, con pústulas esporulantes.	
	8 Las pústulas en tejido clorótico esporulando activamente.	
	9 Las pústulas con tejido verde esporulando activamente.	

Magnitud del daño Severidad (%)



De acuerdo con la tendencia de los resultados de la evaluación (ver escala), una variedad puede ser caracterizada como:

- **Resistente:** cuando muestra reacción en un grado entre 0 y 5, con severidad de las lesiones hasta del 12% del área foliar. La reacción en grado 0 se interpreta como alta resistencia.
- **Susceptible:** cuando la variedad muestra reacción en grado 5 con severidad que supera el 12%; o cuando la reacción es en grado 6 o mayor, sin importar el porcentaje de severidad. La reacción en grado 9 se interpreta como alta susceptibilidad.

Incidencia de carbón y virus del mosaico

Se utilizan las metodologías indicadas por Victoria *et al.* (1986) y Victoria (1991) para determinar la incidencia del virus del mosaico y el carbón, respectivamente, la cual corresponde al porcentaje de tallos afectados en el total de tallos de la parcela o sitio de evaluación. Para el registro de datos se utiliza el formato del Anexo 1.

Instrucciones para la evaluación

✓ Las evaluaciones se realizan directamente en el campo, en semilleros básicos, semicomerciales y comerciales y en cultivos destinados a la producción comercial, en plantas entre 4 y 6 meses de edad. En el caso del carbón, la evaluación se realiza si se encuentran variedades afectadas de cualquiera de estos lotes.

1. Realice un rastreo o tome 20 sitios de muestreo aleatorio en el lote de evaluación.
2. En cada sitio cuente el número de tallos afectados (TE). En caso de haber TE, estime el número de tallos totales (TT) del sitio donde realiza la evaluación.
3. Determine el porcentaje de incidencia de la enfermedad (I %): divida el número de tallos enfermos (TE) entre el total de tallos (TT) de la parcela o sitio de evaluación y multiplique por 100:

$$I (\%) = (TE/TT) * 100$$

4. Si la incidencia del carbón es mayor de 12% en plantilla y 20% en soca, la variedad se considera susceptible. Debe ser reemplazada por variedades resistentes.

Incidencia de carbón

Reacción	Grado	Porcentaje de tallos afectados (%)	
		Plantilla	Primera soca
Resistente	1 - 4	0 - 12	0 - 20
Intermedia	5	13 - 25	21 - 30
Susceptible	6 - 9	26 - 100	31 - 100

5. Si la incidencia de mosaico es mayor del 12% en plantilla o en soca, la variedad se considera susceptible. Debe ser reemplazada por variedades resistentes.

Incidencia del virus del mosaico

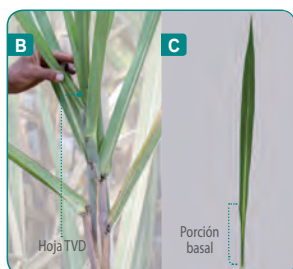
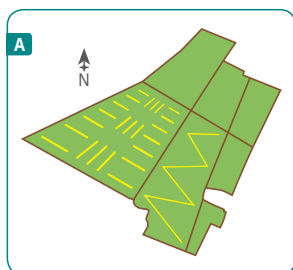
Reacción	Porcentaje de tallos afectados (%)
	Plantilla y soca
Resistente	0 - 12
Susceptible	13 - 100

Presencia e incidencia de los virus de la hoja amarilla, mosaico y baciliforme y de las enfermedades bacterianas raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja

Las evaluaciones se realizan en el laboratorio, en muestras de tejido foliar tomadas en el campo. El diagnóstico de los virus de la hoja amarilla, mosaico y baciliforme expresa los resultados cualitativamente y da un resultado positivo o negativo de acuerdo con la presencia o ausencia del patógeno. Para raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja se determina el porcentaje de hojas enfermas en el total de 20 hojas que componen la muestra, como indicador de la incidencia.

Instrucciones para la recolección de muestras

- ✓ El diagnóstico se realiza en hojas de caña entre 7 y 9 meses de edad.
- ✓ En semilleros se toma una muestra por cada lote de máximo 3 hectáreas (30,000 m²) y en campos comerciales se toma una muestra por cada lote de máximo 5 hectáreas (50,000 m²).
- ✓ Cada muestra está compuesta por 20 hojas que deben ser recolectadas sistemáticamente dentro del lote, tratando de cubrir la totalidad del área por evaluar.



1. Identifique los puntos de muestreo utilizando cualquiera de las dos formas de recorrido del lote indicadas en la Figura A.
2. En cada punto de muestreo identifique la primera hoja con cuello o lígula visible (hoja TVD, *Top Visible Dewlap*), como se muestra en la Figura B.
3. Corte o desprenda la hoja TVD desde su base, evitando el desgarre o estropeo de la nervadura central. El cuello o lígula de la hoja debe quedar visible. Luego corte aproximadamente los primeros 30 cm de la parte basal de la hoja (Figura C), sin rasgar o partir la nervadura central.
4. Agrupe las porciones basales de las 20 hojas TVD que componen cada muestra y sujételas con una banda de caucho, un cordel de fibra o cabuya, formando un atado (Figura D).
5. Empaque los atados con las muestras de cada lote en una bolsa plástica para evitar su deshidratación y degradación (Figura D).
6. Marque cada paquete con un rótulo de papel que incluya la siguiente información básica para su identificación en el laboratorio: nombre del ingenio o del proveedor de caña, hacienda, suerte, lote o tablón y variedad de caña.

Continúa

7. Empaque el rótulo en otra bolsa plástica, póngalo dentro del paquete de muestras y selle la bolsa, como se muestra en la Figura D. Siga siempre estas indicaciones para evitar que la humedad del tejido vegetal deteriore el rótulo de papel e impida la identificación correcta de las muestras.
8. Envíe las muestras al Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña en el menor tiempo posible con el formato de solicitud indicado en las condiciones del Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (www.cenicana.org) (Anexos 2 y 3).
9. Si no se pueden enviar las muestras al laboratorio el mismo día del muestreo, es necesario que las conserve refrigeradas en una nevera para evitar la deshidratación y degradación del tejido vegetal. Utilice termos de icopor que contengan pilas refrigerantes a una temperatura aproximada entre 2 °C y 15 °C. No utilice hielo porque el exceso de humedad puede causar la pudrición de las muestras. Las muestras con síntomas de deshidratación o degradación no podrán ser procesadas para el diagnóstico de enfermedades de SCYLV, RSD, LSD, SCMV y SCBV.

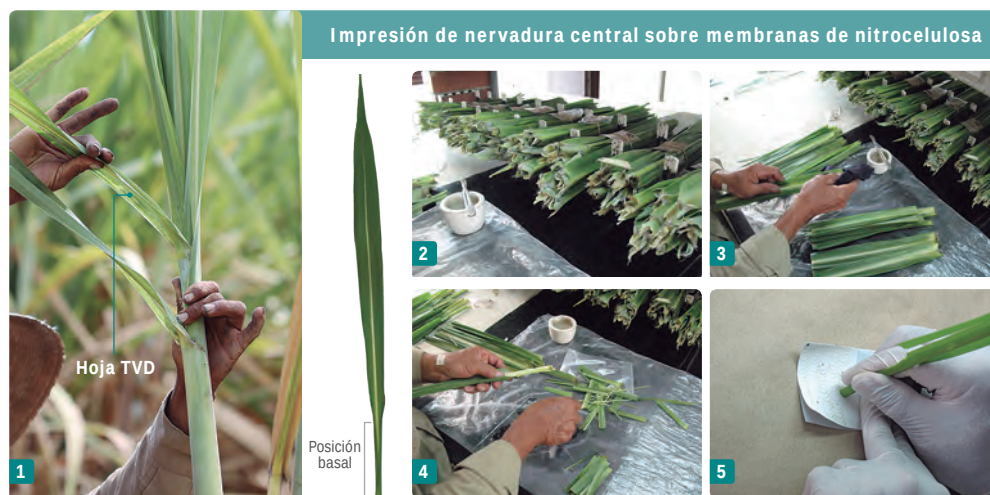
En el Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña, las enfermedades de RSD y LSD se diagnostican con la metodología serológica de TBIA (*Tissue-Blot Enzyme Immunoassay*), utilizando antisueros específicos para cada enfermedad, a partir de la impresión de la nervadura central de cada hoja sobre membranas de nitrocelulosa. Esta metodología permite cuantificar el porcentaje de incidencia (I %) como $[(\text{total de hojas enfermas}/20) * 100]$.

Las enfermedades SCYLV, SCMV y SCBV son evaluadas mediante la técnica de biología molecular PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) convencional, a partir de la extracción de los ácidos nucleicos (ARN o ADN) de la planta de caña infectada, para determinar un diagnóstico cualitativo de presencia/ausencia del virus (positivo/negativo).

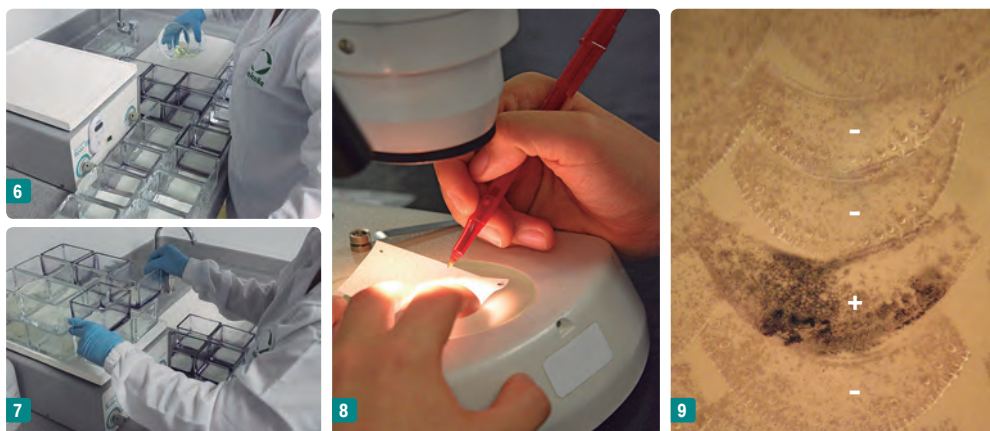
Por el costo elevado no se puede determinar la incidencia de SCYLV en forma rutinaria. Sin embargo, dependiendo de la disponibilidad de antisueros específicos para el virus, este porcentaje se puede determinar mediante la técnica TBIA para algunas muestras seleccionadas, para fines de investigación epidemiológica, a pesar de ser menos sensible. En el caso de diagnosticar el nivel de incidencia $[(\text{total de hojas enfermas}/20) * 100]$ mayor del 25% se debería determinar el efecto en la producción, de ser posible; las variedades con deterioro superior a 0.5 t/ha de caña por cada unidad porcentual de incidencia se consideran susceptibles al virus.



Metodología serológica TBIA para el diagnóstico de RSD y LSD



Revelado de membranas (antiseros específicos RSD y LSD) y lectura de resultados



Resultado cuantitativo: Incidencia (%) = $[(\text{Hojas enfermas}/20) * 100]$

- ✓ La muestra para análisis está compuesta por 20 hojas TVD o primera con cuello visible, de las cuales se toman 30 cm de la parte basal, aproximadamente (fotos 1 y 2).
- ✓ Limpieza de cada hoja para eliminar impurezas del campo (foto 3).
- ✓ Despeje de la nervadura central cortando con bisturí (foto 4).
- ✓ Impresión de la nervadura sobre membrana de nitrocelulosa (foto 5).
- ✓ Revelado de las membranas TBIA, donde ocurre la reacción antígeno-anticuerpo con antiseros específicos para RSD y LSD (fotos 6 y 7).
- ✓ Lectura de la reacción en estereomicroscopio (foto 8).
- ✓ Reacción colorimétrica de los vasos vasculares sobre las impresiones de la nervadura central (foto 9, visualización con estereomicroscopio con aumento 1X):

- + **Reacción positiva:** coloración violeta oscuro.
- **Reacción negativa:** sin coloración.

Metodología molecular PCR y RT-PCR para el diagnóstico de SCYL, SCM y SCBV



Resultado cualitativo: Positivo y negativo

- ✓ La muestra para análisis está compuesta por 20 hojas TVD o primera con cuello visible, de las cuales se toman 30 cm de la parte basal, aproximadamente (foto 1).
- ✓ Corte de aproximadamente 10 cm de la lámina foliar basal de cada hoja que conforma la muestra (foto 2).
- ✓ Recorte de un círculo de cada hoja con sacabocado (foto 3).
- ✓ Deposito de los 20 círculos en un tubo de 1.5 ml (fotos 4 y 5).
- ✓ Homogenización de la muestra contenida en cada tubo en un homogenizador de tejido, mediante congelación del tejido vegetal con nitrógeno líquido (foto 6).
- ✓ Extracción del ADN/ARN tras procesos de lisis, centrifugación, limpieza y precipitación de los ácidos nucleicos (foto 7).
- ✓ Cuantificación del ADN/ARN en espectrofotómetro (foto 8).
- ✓ Amplificación de PCR/RT-PCR en termociclador (foto 9).
- ✓ Visualización de resultados de los fragmentos amplificados mediante electroforesis en geles de agarosa (transiluminador de luz ultravioleta) (fotos 10 y 11).
- ✓ Gel de agarosa que muestra los fragmentos amplificados de los patógenos (foto 12):
 - + **Positiva:** presencia de banda/fragmento.
 - **Negativa:** ausencia de banda/fragmento.

Efecto en producción y recomendaciones de manejo

ROYA CAFÉ

- La enfermedad puede ocasionar pérdidas variables. En Colombia se encontró que puede reducir la producción de la variedad CP 57-603 en 4% en suelos de buena fertilidad y hasta en 10% en suelos menos fértiles.
- En Cuba, en 1980 causó la pérdida de 1'300,000 toneladas de azúcar.
- En general, hay registros hasta 25-40% de pérdidas en variedades de alta susceptibilidad.



ROYA NARANJA

- La enfermedad afectó la variedad Q 124 en Australia en el año 2000, cuando se registraron pérdidas de 30-40% en la producción de caña y el rendimiento en azúcar, lo cual condujo a renovar la variedad en campos comerciales.
- En Colombia, la enfermedad fue detectada en el año 2010 durante las evaluaciones sanitarias de los experimentos de prueba regional de variedades CC de la serie 2001 para zonas húmedas en la variedad CC 01-1884 y para zonas semisecas en la variedad CC 01-1305. Las plantas fueron erradicadas de todos los sitios de prueba y las variedades se retiraron del proceso de mejoramiento genético de Cenicaña. Las variedades CC desarrolladas por Cenicaña son resistentes a roya café y roya naranja.
- La diseminación del hongo fue rápida en el continente americano, Entre 2007 y 2010 se encontró en Estados Unidos, Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, México, El Salvador, Panamá, Brasil, Cuba y Colombia, y sigue avanzando hacia el sur del continente.
- En Colombia, el incremento del inóculo natural y su diseminación avanza progresivamente.



Recomendaciones de manejo

- Sembrar variedades resistentes.
- En cultivos afectados y después del ataque de la enfermedad, fertilizar con nitrógeno con base en el análisis de suelos y aplicar riego de acuerdo con el balance hídrico estimula la producción de nuevo follaje libre de infección y la recuperación de las plantas.
- Hasta el momento el uso de productos químicos fungicidas no ha sido efectivo contra roya café y roya naranja en Colombia, en términos económicos.



CARBÓN



- La severidad de los ataques del hongo y las pérdidas económicas dependen del grado de susceptibilidad de la variedad de caña. En algunos países es considerada una de las enfermedades de mayor importancia, mientras que en otros los daños no han sido significativos.
- Las pérdidas son generalmente mayores en las socas que en las plantillas, aproximadamente 70% en las primeras y 29% en las segundas.
- En Cúcuta, en la variedad CP 57-603 se encontró una disminución en el rendimiento de 1.1 t/ha por cada 1% de tallos infectados; el cultivo sin infección produjo 95 t/ha. En el valle del río Cauca, con la misma variedad se encontró una disminución de 2.15 t/ha por cada grado de infección y el cultivo sin infección produjo 190 t/ha. Esto indica que para la misma variedad, en dos zonas de condiciones ambientales diferentes, existe una relación similar entre patógeno-planta.
- En Colombia se ha presentado en las variedades CP 57-603, CP 59-73, B 49-119, NCo 310, CP 65-357, Co 419, Co 421 y Co 740, PR 11-17 y H 50-7209.
- Las variedades CC desarrolladas por Cenicaña incluyen resistencia al carbón.

Recomendaciones de manejo



- Sembrar variedades resistentes.
- Utilizar solamente semilla vegetativa sana, obtenida de lotes libres de la enfermedad, en el establecimiento de semilleros y campos comerciales.
- Erradicar las plantas afectadas para retardar la reproducción y diseminación del hongo y que se presente una mayor incidencia de la enfermedad.

MOSAICO



- En Colombia se observaron las mayores incidencias de mosaico en las variedades criollas o cristalinas sembradas hasta la época de 1930; luego fueron reemplazadas por la POJ 2878, una variedad resistente al SCMV. Sin embargo la enfermedad reapareció en 1974 con la siembra comercial de CP 57-603, susceptible a la infección del virus. En 1978, la incidencia en la variedad comercial CP 57-603 era del 15% en promedio en el valle del río Cauca; en 1981 aumentó considerablemente en todo el valle y varió entre 30% y 40% y, en algunos casos, llegó hasta el 100%, lo cual obligó al reemplazo de esta variedad.
- Las diversas razas del virus del mosaico difieren en su habilidad para causar infección o daño; en el valle del río Cauca se han encontrado las razas A, B y D.
- La alta presión de inóculo y la presencia de insectos vectores provocan una rápida diseminación de la enfermedad. En el valle del río Cauca, la eficiencia de transmisión del pulgón *R. maidis* es mayor que la de *H. setariae*, a pesar de que no tienen como hospedero primario la caña de azúcar.

Recomendaciones de manejo



- Sembrar variedades resistentes.
- Utilizar solamente semilla vegetativa sana, libre del virus, en el establecimiento de semilleros y campos comerciales.
- Erradicar las plantas afectadas para retardar que se presente una mayor incidencia de la enfermedad.
- Determinar el porcentaje de incidencia de la enfermedad.



HOJA AMARILLA

- En la medida que se desarrollaron métodos de diagnóstico, especialmente serológicos, la enfermedad fue encontrada paulatinamente en todos los países cultivadores de caña de azúcar. En Estados Unidos se registró en 1989 en la variedad H 65-7052 sembrada en Hawaii; síntomas similares fueron observados en campos comerciales de la estación experimental de caña de azúcar del USDA-ARS en Canal Point (Florida), así como en la estación experimental de la Universidad de Texas A & M en Weslaco. El mismo año apareció en la SP 71-6163 en Brasil. También en Australia, en variedades importadas de Canal Point, Estados Unidos.
- En Brasil causó entre 60-80% de pérdidas en producción en la SP 71-6163 (Vega *et al.*, 1997).
- En el valle del río Cauca fue registrada en 1998; se observó ampliamente distribuida en la región aunque con mayor incidencia en la parte sur del valle (Victoria *et al.*, 1998 y 1999). Se ha encontrado en la mayoría de las variedades comerciales principales, como CC 85-92, MZC 74-275, V 71-51, CC 84-75, CC 93-4418, CC 01-1940 y SP 71-6949, entre otras. La incidencia promedio de la enfermedad en el campo es baja y todas las variedades pueden ser afectadas. El virus no es transmitido mecánicamente, pero sí de manera eficiente por los áfidos vectores *M. sacchari* y *R. maidis*. En los últimos años la prevalencia del virus ha aumentado significativamente.
- La variedad CC 84-75 presentó mayor disminución en la producción, a razón de 1.2 t/ha de caña y 0.21 t/ha de azúcar por cada uno por ciento de tallos infectados, más que las variedades CC 85-96, CC 87-434, V 71-51, MZC 74-275, CC 87-505 y MZC 82-11; esta última presentó el menor efecto en la producción (Victoria *et al.*, 2000).
- En condiciones de invernadero en Cenicaña, 30 variedades sembradas en Colombia se inocularon con el virus y los resultados se compararon con las incidencias en muestras enviadas al Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (Ángel *et al.*, 2003). Se observó lo siguiente:
 - ✓ Los áfidos adquirieron el virus por 48 horas en plantas enfermas de SP 71-6163 y lo transmitieron por 10 días a 20 plantas por variedad.
 - ✓ Mensualmente se evaluó la infección mediante la técnica TBIA. La incidencia fluctuó entre 0-100%. Las variedades CC 86-29, CC 84-56, CC 82-15, CC 84-75, PR 61-632, CC 85-68, CC 83-25, CC 87-473 y CCSP 89-43 tuvieron incidencias mayores del 50%. Variedades como CC 91-1999, CC 92-2358, CC 91-1880, CC 87-505, SP 71-6163, V 71-51, CC 86-33, CC 87-251, MZC 82-11 y CC 85-92 presentaron incidencias entre 10% y 50% y las variedades MZC 74-275, CC 91-1555, CC 93-4223, CC 87-434, RD 75-11 y CC 89-2000 presentaron menos del 10% de incidencia.
 - ✓ En condiciones comerciales las variedades CC 86-29, CC 84-75, CC 84-56, CC 85-68 y CC 87-505, presentaron incidencias semejantes a las de invernadero. La CC 85-92, principal variedad cultivada, sobresalió por su resistencia al SCYLV tanto en el invernadero como en el campo.

Recomendaciones de manejo



- No sembrar semilla proveniente de lotes en los cuales se ha detectado la presencia de SCYLV para prevenir el incremento de las fuentes de inóculo. La principal forma de transmisión del virus es el uso de semilla vegetativa infectada.
- Utilizar solo semilla vegetativa diagnosticada como sana, libre del virus, en el establecimiento de semilleros y campos comerciales.
- La afección puede ser eliminada por tratamiento de termoterapia integrado al cultivo de tejidos en laboratorio (cultivo *in vitro*).
- Sembrar variedades resistentes.

RAQUITISMO DE LA SOCA



- El efecto en la producción depende de la incidencia de la bacteria, la susceptibilidad de la variedad afectada y las condiciones de humedad del suelo, principalmente.
- La reducción en la producción es mayor a medida que el número de socas aumenta, lo cual se puede relacionar de manera significativa con un incremento en la incidencia de la afección porque tanto las cepas como los tallos afectados son una fuente potencial de inóculo para las plantas sanas adyacentes.
- El peligro de transmisión de la enfermedad por medios mecánicos –como los machetes y las cosechadoras– es aún mayor, si se considera que las bacterias pueden sobrevivir hasta por 18 días adheridas al metal.
- En Australia, las pérdidas variaron entre 10% y 15% en plantilla y entre 20% y 25% en socas (Ngaruiya *et al.*, 2005).
- En Suráfrica, las pérdidas variaron entre 3-39% (Bailey & Bechet, 1986).
- En condiciones de estrés por sequía, las pérdidas pueden ser mayores; en Hawaii se encontró que con riego suplementario en la época seca las pérdidas en producción fueron de 14.7%, mientras que en condiciones de sequía las pérdidas alcanzaron 34% (Martin *et al.*, 1961).
- En Louisiana, Estados Unidos, resultaron pérdidas entre 5-32% en tonelaje de caña en diferentes variedades en tres cortes (Grisham, 1991).
- En Colombia, se encontró que esta enfermedad puede reducir entre 65% y 70% la producción de la variedad de caña EPC 33-833 (Galvez y Thurstan, 1961). En general, se puede decir que RSD reduce la producción entre 15% y 30%, dependiendo de la variedad y las condiciones de crecimiento del cultivo.
- La incidencia promedio de RSD en el valle del río Cauca se ha mantenido inferior al 1%, pero se está observando incremento en los últimos años.

Recomendaciones de manejo



- Sembrar variedades resistentes.
 - Utilizar solamente semilla vegetativa diagnosticada como sana, libre de la bacteria, en el establecimiento de semilleros y campos comerciales. Si la incidencia de RSD se encuentra en un nivel igual o superior al 5% en semilleros, éstos se deben descartar para su uso en los procesos de renovación y siembra.
- Realizar tratamiento térmico a la semilla que se usará para establecer los semilleros básicos, semicomerciales y comerciales, con el fin de reducir el riesgo de esta enfermedad bacteriana. Cenicaña ha conseguido el mejor control de RSD con el tratamiento de agua caliente. No obstante, este medio puede tener un efecto negativo en la germinación dependiendo de la variedad de caña, el cual se puede disminuir mediante el procedimiento siguiente:
 - ✓ Seleccionar sólo material vegetativo con una edad entre 7 y 9 meses, y cortarlo en trozos con tres yemas cada uno.
 - ✓ Aplicar pretratamiento de inmersión en agua caliente a 50 °C durante 10 minutos, con el fin de proteger las yemas.
 - ✓ Dejar el material en reposo durante 8-12 horas, aproximadamente.
 - ✓ Aplicar tratamiento de inmersión en agua caliente a 51 °C por 1 hora.
 - ✓ Plantar el material inmediatamente en el campo.

Continúa

- Desinfectar la herramienta empleada en el corte de la caña de azúcar, incluidos machetes y cosechadoras.
 - ✓ Realizar inmersión del machete en productos químicos a base de yodo sublimado al 1%-2%, por lo menos una vez al pasar de una suerte o lote de corte a otro, inclusive al cosechar material que ha sido tratado en forma térmica y que servirá para el establecimiento de nuevos campos comerciales.
 - ✓ Asperjar las cuchillas y elementos de corte de las cosechadoras al momento de entrar y salir de los lotes.
 - ✓ Los productos Vanodine, Sanivet o Aviyodox al 1% son altamente efectivos para eliminar la bacteria adherida a la herramienta, aunque la inmersión en la solución sea de manera instantánea.



Tratamiento térmico de inmersión de yemas en agua caliente.



Inmersión de machete en productos a base de yodo.

ESCALDADURA DE LA HOJA

- Es escasa la información sobre la disminución en la producción ocasionada por la bacteria, que puede permanecer viable hasta por seis días en el machete utilizado para el corte de la caña.
- En Colombia se han estimado pérdidas económicas hasta de 30% en variedades susceptibles, afectando significativamente la calidad de los jugos (Victoria, 1994).
- Resultados experimentales en Codazzi (Cesar) y en el valle del río Cauca señalan que la producción disminuye de acuerdo al nivel de susceptibilidad de las variedades, en las cuales no sólo se afecta el tonelaje de la caña sino también la calidad de sus jugos. De igual manera, Hoy & Grisham (1994) registraron pérdidas en azúcares y pureza de jugos.
- En la isla Guadalupe se tuvieron pérdidas hasta de 2% en rendimiento en tres cortes (Rott *et al.*, 1995).
- La incidencia promedio de la enfermedad en el valle del río Cauca es menor al 1% y la meta es mantenerla por debajo del 5%.



Recomendaciones de manejo

- Utilizar solamente semilla vegetativa diagnosticada como sana, libre de la bacteria, en el establecimiento de semilleros y campos comerciales. Si la incidencia de LSD se encuentra en un nivel igual o superior al 5% en semilleros, éstos se deben descartar para su uso en los procesos de renovación y siembra.



- Se ha observado que en la mayoría de los casos la bacteria causal de LSD resiste los tratamientos de termoterapia empleados para controlar el raquitismo de la soca en la semilla que se usará para establecer los semilleros básicos, semicomerciales y comerciales.
- Para el control de LSD se debe realizar el siguiente tratamiento dual con agua fría y agua caliente:
 - ✓ Aplicar pretratamiento de inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24-48 horas.
 - ✓ Aplicar tratamiento de inmersión en agua caliente a 51 °C por 1 hora.



- Desinfectar la herramienta de corte de la caña de azúcar mediante su inmersión frecuente en productos químicos a base de yodo, como Vanodine o Aviyodox al 2% o Agrodyne al 1%.
- Hacer entresaque de las plantas enfermas en los semilleros y destruir las cepas afectadas.
- Sembrar variedades resistentes.

BACILIFORME

- No existe información precisa sobre la disminución en la producción ocasionada por el virus baciliforme.
- La incidencia en el valle del río Cauca ha sido baja hasta el momento.



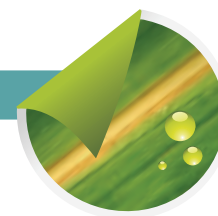
Servicios de sanidad vegetal

Cenicaña, a través del área de Fitopatología, que se encuentra adscrita al Programa de Variedades, apoya permanentemente a los productores azucareros y paneleros, en convenios con el ICA y Corpoica, mediante la prestación de servicios de sanidad vegetal. Como complemento de ellos, coordina el Comité de Sanidad Vegetal de la Caña de Azúcar en la agroindustria azucarera y desarrolla actividades de divulgación y capacitación con el fin de promover el manejo integral de las enfermedades.

Las condiciones de los servicios en cuanto a la calidad de las muestras para análisis, los requisitos para la solicitud, el tiempo de entrega de los resultados y los costos de facturación se encuentran actualizados en www.cenicana.org

Servicio de Diagnóstico de Enfermedades

- En muestras de tejido foliar provenientes de lotes semilleros y campos comerciales.
- Se pueden solicitar dos tipos de diagnóstico: uno principal para RSD, LSD y SCYLV; y el opcional para SCMV y SCBV (Anexos 2 y 3).
- Las muestras deben ser tomadas directamente por el cultivador, y es su responsabilidad, quien debe remitirlas en el menor tiempo posible al Laboratorio de Fitopatología ubicado en la Estación Experimental de Cenicaña, vía Cali-Florida km 26.
- El Laboratorio de Fitopatología atiende las solicitudes de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña donantes de Cenicaña, así como de las entidades que hayan suscrito un convenio con el Centro de Investigación. Aplican recomendaciones y condiciones para la prestación del servicio.



Servicio de Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio

- Atiende las solicitudes de ingenios, cultivadores donantes y entidades en convenio con Cenicaña.
- Se puede solicitar la visita de un técnico de Cenicaña a campos comerciales o semilleros (3 hectáreas) para determinar la presencia de carbón, roya café, roya naranja, mosaico y otras enfermedades (Anexo 4).
- También se atienden solicitudes de inspección (visita corta) a campos comerciales o semilleros para verificar la presencia de una enfermedad no determinada.
- Después de evaluar la sintomatología en el campo, el técnico emite un diagnóstico y realiza las recomendaciones correspondientes.
- Cuando no es posible hacer el diagnóstico por observación en el campo, el técnico toma muestras y las lleva al Laboratorio de Fitopatología con el fin de determinar el agente causal de la sintomatología y emitir el diagnóstico y las recomendaciones del caso.
- Aplican recomendaciones y condiciones para la prestación del servicio.



Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades

- Atiende las solicitudes de ingenios, cultivadores donantes y entidades en convenio con Cenicaña.
- El servicio consiste en la multiplicación y propagación de variedades de caña de azúcar para el establecimiento de semilleros sanos, libres de patógenos, a través de dos sistemas de multiplicación de variedades: el convencional y el sistema de plantas provenientes de yemas individuales (Anexo 5).
- Se puede solicitar la entrega de la semilla o las plantas en la Estación Experimental Cenicaña o en otro lugar, sin la labor de siembra o con ella.
- Aplican recomendaciones y condiciones para la prestación del servicio.



Práctica 1

Evaluemos el daño causado por las enfermedades principales en el cultivo de la caña de azúcar

Orientaciones para el facilitador

Para esta práctica de campo es necesario identificar uno o varios lotes de cultivo, donde haya plantas con síntomas de las enfermedades principales y las enfermedades comunes y, en lo posible, síntomas por otras causas conocidas. Puede pedirle al área de sanidad vegetal de su ingenio que le indique los sitios adecuados o acudir a Cenicaña, si es el caso. La práctica consta de cuatro actividades: reconocimiento de síntomas; evaluaciones de reacción y severidad de roya café y roya naranja; evaluaciones de incidencia de carbón y mosaico; y toma de muestras de tejido foliar para el diagnóstico de SCYLV, RSD, LSD, SCMV y SCBV en el laboratorio. Se sugiere que los participantes trabajen en grupos de tres o cinco personas, en lo posible. Tiempo estimado: 4 horas.

Sugerencias para organizar la práctica

- 1. Ubique los lotes para la práctica.** Identifique en un plano los lotes donde llevará a cabo las actividades, en lo posible donde se pueden observar síntomas de: enfermedades principales, otras enfermedades comunes, y desordenes genéticos y fisiológicos, daños por eventos meteorológicos, insectos y fumagina.
- 2. Defina la dinámica de trabajo que seguirán los grupos y prepare los recursos necesarios.** El principal criterio para diseñar la práctica es que todos los participantes tengan la oportunidad de realizar las actividades propuestas.
- 3. Prepare a los participantes para el ejercicio y aclare oportunamente las inquietudes que se presenten en los grupos de trabajo.**
 - ✓ Antes de realizar la práctica se debe repasar con los participantes las unidades 1 y 2 de la guía metodológica "Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar de Colombia".
 - ✓ Pídales que conformen grupos de 3 o 5 personas. Entregue a cada persona una copia de las Instrucciones para los participantes y los materiales indicados en ellas. Presente los objetivos de la práctica y enuncie las actividades generales.
 - ✓ Antes de realizar cada actividad, explique el procedimiento que se debe seguir en situaciones reales para lograr el objetivo propuesto. Luego de las instrucciones precisas a cada grupo sobre la forma en que deben llevar a cabo la actividad y cómo deben llenar la hoja de respuestas correspondiente. Aclare las dudas de los participantes a medida en que se desarrollan las actividades.

RECURSOS NECESARIOS

Para cada participante:

- ☐ Una copia del plano del lote (o los lotes) donde se llevará a cabo la práctica.
- ☐ Una copia de las Instrucciones para los participantes y las respectivas hojas de respuestas.
- ☐ Hojas de papel en blanco y lápiz.
- ☐ Una copia de los contenidos incluidos en la guía metodológica "Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar de Colombia", así:
 - ☐ Fichas descriptivas de síntomas y signos de enfermedades principales y otras enfermedades comunes (unidad 1).
 - ☐ Fichas descriptivas de síntomas causados por desórdenes genéticos y fisiológicos, daños por eventos meteorológicos, insectos y fumagina (unidad 1).
 - ☐ Instrucciones para evaluar la reacción y la severidad de roya café y roya naranja (unidad 2).
 - ☐ Instrucciones para evaluar la incidencia de carbón y mosaico (unidad 2).
 - ☐ Instrucciones para la recolección de muestras de tejido foliar para el análisis de SCYLV, SCMV, SCBV, RSD y LSD en el Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña. Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (unidad 2).
 - ☐ Formato de registro de evaluación de roya café, roya naranja, carbón y mosaico (Anexo 1).
 - ☐ Formato de solicitud de Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (RSD, LSD y SCYLV) (Anexo 2).
 - ☐ Formato de solicitud de Servicio de Diagnóstico Opcional de Enfermedades (SCMV y SCBV) (Anexo 3).
 - ☐ Formato de solicitud de Servicio de Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio (Anexo 4).
 - ☐ Formato de solicitud y envío del Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades (Anexo 5).

Para cada grupo:

- ☐ Una o dos lupas.
- ☐ Uno o dos machetes o tijeras.
- ☐ Diez (10) bandas de caucho; se pueden reemplazar por cordel de fibra o cabuya.
- ☐ Dos (2) marcadores de tintas roja y negra.
- ☐ Cinco (5) bolsas plásticas para empacar las muestras de tejido foliar.
- ☐ Cinco (5) etiquetas o rótulos de papel para marcar las muestras.
- ☐ Cinta o grapadora para sellar las bolsas.
- ☐ Un termo de icopor.
- ☐ Tres pilas refrigerantes a una temperatura aproximada entre 2 °C y 15 °C.

Orientaciones para la dinámica de retroinformación

Una vez cumplidas las actividades, lleve a cabo la sesión de retroinformación como táctica para determinar el nivel de aprovechamiento de las actividades realizadas, complementar y afianzar los conocimientos adquiridos y, especialmente, para motivar el interés de los participantes en las labores de diagnóstico y evaluación de las enfermedades principales. Revise con ellos las respuestas correctas y facilite el diálogo final con algunas preguntas, por ejemplo:

En la identificación de síntomas en el campo:

- ¿Qué dificultades se presentaron?
- ¿Cuál síntoma fue el más fácil de identificar?

En las evaluaciones de severidad e incidencia en el campo:

- ¿Qué problemas se presentaron?
- ¿Quedaron inquietudes sobre la forma de evaluar la roya café, la roya naranja, el carbón o el mosaico?
- ¿La explicación teórica previa fue suficiente para realizar las evaluaciones?
- ¿Las instrucciones fueron precisas y suficientes para realizar las evaluaciones?

En la recolección de muestras de tejido foliar para llevar al laboratorio:

- ¿Hubo alguna dificultad para identificar las hojas que componen las muestras?
- ¿Hay inquietudes o dudas sobre el muestreo?
- ¿Fue fácil preparar las muestras para enviar al laboratorio?
- ¿Tuvieron alguna dificultad para llenar los formatos que pide el Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña para solicitar el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades?

Con respecto a la práctica en general:

- ¿El tiempo asignado fue suficiente?
- ¿Qué actividades sugiere para facilitar el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos en la práctica?
- ¿De qué forma se puede hacer un manejo adecuado de las distintas enfermedades?

Práctica 1

Instrucciones para los participantes

Evaluemos el daño causado por las enfermedades principales en el cultivo de la caña de azúcar

Objetivos

Al finalizar esta práctica de campo, los participantes estarán en capacidad de:

- ✓ Reconocer síntomas y signos de las enfermedades principales de la caña de azúcar en el campo de cultivo.
- ✓ Evaluar en el campo la severidad y/o incidencia de las royas café y naranja, el carbón y el virus del mosaico en la caña de azúcar.
- ✓ Tomar muestras de tejido foliar para el diagnóstico de laboratorio (presencia/ausencia e incidencia) de los virus del mosaico, hoja amarilla y baciliforme, y las enfermedades bacterianas raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja.
- ✓ Interpretar los resultados del diagnóstico de campo y laboratorio y utilizarlo como fuente de información en la toma de decisiones de manejo integral de las enfermedades en el cultivo.

Actividades

El facilitador dará las orientaciones para conformar los grupos de trabajo, explicará las actividades y entregará los materiales pedagógicos y los recursos necesarios para la práctica. Se recomienda el uso de protector solar e indumentaria de campo, como botas y sombrero.

Atienda las explicaciones del facilitador y siga sus instrucciones para realizar las siguientes actividades. Registre los datos en las Hojas de respuestas respectivas:

- 1 **Reconocimiento de síntomas de enfermedades** y su diferenciación de síntomas con origen en desórdenes genéticos o fisiológicos, daños por eventos meteorológicos, insectos o fumagina.
- 2 **Evaluaciones de reacción y severidad de las royas café y naranja.**
- 3 **Evaluaciones de incidencia del carbón y el virus del mosaico.**
- 4 **Toma de muestras de tejido foliar, su conservación y entrega en el Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña.** Servicio de Diagnóstico de Enfermedades.

Actividad 1. Reconocimiento de síntomas en la caña de azúcar.

1. Un recorrido del cultivo le permitirá observar síntomas o anomalías en algunas plantas. Acérquese y observe, trate de describir el tipo de afección y con base en su experiencia y el conocimiento adquirido en la capacitación dictamine un diagnóstico del origen o causa más probable.
2. Utilice como referencia los siguientes materiales didácticos, que le entregará el facilitador:
 - ✓ Fichas descriptivas de síntomas y signos de enfermedades principales.
 - ✓ Fichas descriptivas de síntomas y signos de enfermedades comunes.
 - ✓ Fichas descriptivas de síntomas de desórdenes genéticos y fisiológicos, daños por eventos meteorológicos, insectos y fumagina.

Hoja de respuestas

Información de identificación del lote.	
Fecha: _____	Hacienda: _____ Suerte: _____ Área (ha): _____
Ingenio: _____	Variedad: _____ Corte: _____ Edad (meses): _____

Observación #:	Descripción de síntomas:
Diagnóstico:	
Observación #:	Descripción de síntomas:
Diagnóstico:	
Observación #:	Descripción de síntomas:
Diagnóstico:	
Observación #:	Descripción de síntomas:
Diagnóstico:	
Observación #:	Descripción de síntomas:
Diagnóstico:	

Solicite más hojas si las necesita.

Actividad 2. Evaluaciones de reacción y severidad de las royas café y naranja.

1. Realice la observación detallada de las hojas en plantas de variedades afectadas por roya café y en plantas de variedades afectadas por roya naranja.
2. Para la evaluación, siga los pasos indicados en:
 - ✓ Instrucciones para evaluar la reacción y la severidad de roya café y roya naranja (escala de doble clasificación de Purdy y Dean, 1980).
3. Tenga en cuenta que esta práctica es un simulacro de las evaluaciones reales. Para el registro de los datos en su unidad productiva utilice el formato del Anexo 1:
 - ✓ Formato de registro de evaluación de roya café, roya naranja, carbón y mosaico.

Hoja de respuestas

Información de identificación del lote.

Fecha: _____ Hacienda: _____ Suerte: _____ Área (ha): _____
 Ingenio: _____ Variedad: _____ Corte: _____ Edad (meses): _____

Sitio #	Roya café		Roya naranja		Observaciones
	Reacción	Severidad (%)	Reacción	Severidad (%)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Valor máximo					

Reacción: 0-9 (grado)

Severidad: 0-100 (%)

Actividad 3. Evaluaciones de incidencia del carbón y el virus del mosaico.

1. Realice la observación detallada de las plantas afectadas por carbón y por el virus del mosaico.
2. Para la evaluación, siga los pasos indicados en:
 - ✓ Instrucciones para evaluar la incidencia de carbón y mosaico (tablas de evaluación).
3. Registre los datos en la Hoja de respuestas.
4. Determine el porcentaje de incidencia así:

$$\text{Incidencia (\%)} = (\text{tallos enfermos} / \text{tallos totales}) * 100$$
5. Tenga en cuenta que esta práctica es un simulacro de las evaluaciones reales. Para el registro de los datos en su unidad productiva utilice el formato del Anexo 1:
 - ✓ Formato de registro de evaluación de roya café, roya naranja, carbón y mosaico.

Hoja de respuestas

Información de identificación del lote.

Fecha: _____ Hacienda: _____ Suerte: _____ Área (ha): _____
 Ingenio: _____ Variedad: _____ Corte: _____ Edad (meses): _____

Sitio #	Carbón			Virus del mosaico			Observaciones
	Tallos enfermos *	Tallos totales**	Incidencia (%)	Tallos enfermos*	Tallos totales**	Incidencia (%)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

* Número de tallos enfermos (TE).

** Número de total de tallos evaluados (TT).

Actividad 4. Toma de muestras de tejido foliar, su conservación y entrega en el Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña. Servicio de Diagnóstico de Enfermedades.

1. Tome las muestras de tejido foliar en el campo, márquelas, empáquelas y consérvelas de acuerdo con las indicaciones dadas por el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades de Cenicaña en:
 - ✓ Instrucciones para la recolección de muestras de tejido foliar para el análisis de SCYLV, SCMV, SCBV, RSD y LSD.
2. Siga las orientaciones de facilitador para diligenciar los formatos exigidos por el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades para la solicitud de los análisis. Debe entregarlos con las muestras en el Laboratorio de Fitopatología de Cenicaña:
 - ✓ Formato de solicitud de Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (RSD, LSD y SCYLV) (Anexo 2).
 - ✓ Formato de solicitud del Servicio de diagnóstico opcional de enfermedades (SCMV y SCBV) (Anexo 3).

Anexo



Anexo 1. Formato de registro de evaluación de roya café, roya naranja, carbón y mosaico	79
Anexo 2. Formato de solicitud de Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (RSD, LSD y SCYLV)	80
Anexo 3. Formato de solicitud de Servicio de Diagnóstico Opcional de Enfermedades (SCMV y SCBV)	81
Anexo 4. Formato de solicitud de Servicio de Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio	82
Anexo 5. Formato de solicitud y envío del Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades	83

Síntomas del virus de la hoja amarilla en la caña de azúcar.

Formato de registro de evaluación de roya café, roya naranja, carbón y mosaico.

	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia Programa de Variedades
	Formato de registro de evaluación de roya café, roya naranja, carbón y mosaico

FECHA DE EVALUACIÓN: _____

SOLICITANTE: _____

INGENIO: _____

HACIENDA: _____

SUERTE: _____ LOTE: _____

ÁREA: _____ CORTE: _____ VARIEDAD: _____ EDAD: _____

[illegible]

R: Reacción de acuerdo con el tipo de lesión por royas según la escala de Purdy y Dean (1980) en la escala de grado 0 hasta 9.

S: Severidad de acuerdo con el porcentaje de área afectada de la tercera hoja con lígula visible, con valor entre 0 y 100%.

TE: Número de tallos enfermos por carbón o mosaico.

TT: Número total de tallos evaluados.

I%: Porcentaje de incidencia calculado = $(TE / TT) \times 100$.

Anexo 2.

Formato de solicitud de Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (RSD, LSD y SCYLV).

cenicafsa				Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia Programa de Variedades, Laboratorio de Fitopatología Servicio de Diagnóstico de Enfermedades (RSD, LSD y SCYLV)										Código Versión 31-ene-2013			
Proveedor del Ingenio (sólo Proveedores) :														No. Registro (Uso de Cenicaña)			
Proveedor del Ingenio (sólo Proveedores) :																	
Hacienda		Código		Suerte		Área (ha)		Variedad		Edad (Meses)		Corte		RESULTADOS			
No. Muestra (Consecutivo)	Nombre													No. de Membranas TBA	RSD (%)	LSD (%)	SCYLV
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
La información sombreada debe ser completamente diligenciada																	
NOTA: Los requisitos para la toma de muestras se encuentran en la web http://www.cenicana.org/servicios/diagnostico_enfermedades.php Las muestras que no cumplan los requisitos, podrían generar resultados variables. Dichas muestras se recibirán y analizarán en Cenicaña para su diagnóstico bajo responsabilidad del solicitante.																	
Envío y cobro de resultados																	
Nombre		Teléfono		RSD		Raquitismo de la Soca		Uso de Cenicaña									
Ingenio				LSD		Escaldadura de la Hoja		Fecha de entrega de resultados									
Dirección		NIT/RUT/CC/Centro de Costo/		SCYLV		Virus de la Hoja Amarilla		Día Mes Año									
e-mail:				Realizado por:													
				Revisado por:													
Observaciones (Uso de Cenicaña) :																	

Formato de solicitud de Servicio de Diagnóstico Opcional de Enfermedades (SCMV y SCBV).

 Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica

Anexo 4.

Formato de solicitud de Servicio de Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio.

	FORMATO DE SOLICITUD DE INSPECCIÓN FITOPATOLÓGICA EN CAMPO Y LABORATORIO		CÓDIGO	DP.PV3.3-P01-F01
			VERSIÓN	01
			FECHA APROBACIÓN	24-May-12
			Página 1 de 1	
Fecha solicitud (D/M/A)	Ingenio / Cultivador	Hacienda	Nombre solicitante	
1. 2. 3. 4. 5. 6.	Áreas	Variedades	Edad (meses)	Corte
Síntomas observados:				
OTRA INFORMACIÓN				
Dirección:				
Teléfono:				
Nit o Rut (en caso de cobro):				
Nombre o firma:				
OBSERVACIONES:				

Formato de solicitud y envío del Servicio de Multiplicación y Propagación de Variedades.

 Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica 

Apéndice



Recursos didácticos en www.cenicana.org/pat	85
Autoevaluación final	86
Evaluación de la capacitación	89

Síntoma de escaldadura de la hoja (LSD)



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. Solicite su contraseña personal de acceso.

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

Respetar los derechos de autor

Cite la fuente de la información si va a reproducir apartes de la guía o sus fotografías.



Recurso Digital

www.cenicana.org/pat

Autoevaluación final



Reconocimiento de las enfermedades de la caña de azúcar en Colombia

El siguiente cuestionario ha sido elaborado con el fin de identificar el grado de aprovechamiento de la capacitación sobre reconocimiento de enfermedades, una vez que han finalizado las actividades pedagógicas. No tiene carácter calificativo; las preguntas, más que evaluar el conocimiento teórico, buscan revisar la claridad de los conceptos.

Instrucciones: cada pregunta del cuestionario tiene una respuesta única. Marque con 'X' la opción que considere correcta y luego llene la hoja de respuestas. Tiene 15 minutos para responder.

1. ¿Cuáles de los siguientes síntomas son inequívocos de la presencia de roya café en la caña de azúcar?

- A. ☐ Pequeñas manchas amarillentas, que se agrandan y se vuelven amarillo rojizo o pardo.
- B. ☐ Pequeñas manchas anaranjadas, que se agrandan y se vuelven naranja marrón.
- C. ☐ La formación de una estructura semejante a un "látigo" en la parte terminal de los tallos infectados.
- D. ☐ Presencia de rayas blancas, finas y muy definidas. Se puede presentar una o varias rayas o estrías paralelas a la nervadura de la hoja.

2. Los síntomas característicos del carbón de la caña de azúcar son:

- A. ☐ Un "látigo" de color negro en la parte terminal del tallo.
- B. ☐ Lesiones de color naranja a naranja marrón.
- C. ☐ Tallos con entrenudos cortos y delgados.
- D. ☐ Zonas de color verde normal alternando con áreas verde pálido o amarillento.

3. El mosaico es una de las enfermedades más ampliamente distribuidas en el mundo; es causada por un virus del grupo:

- A. ☐ *Fijivirus*.
- B. ☐ *Polerovirus*.
- C. ☐ *Badnavirus*.
- D. ☐ *Potyvirus*.

4. **Manchas inicialmente rojizas, pequeñas, ovaladas o circulares, que al aumentar de tamaño se vuelven irregulares, de color pardo muy claro o “paja” característico y rodeadas de un anillo café rojizo, son síntomas de:**
- A. ☐ Mancha de ojo.
 - B. ☐ Mancha púrpura.
 - C. ☐ Escaldadura de la hoja.
 - D. ☐ Mancha de anillo.
5. **La enfermedad de la mancha púrpura es causada por el hongo:**
- A. ☐ *Leptosphaeria sacchari* Van Breda de Haan.
 - B. ☐ *Ceratocystis paradoxa* (Dade) Moreau.
 - C. ☐ *Dimeriella sacchari* (v. Breda de Haan) Hansford.
 - D. ☐ *Colletotrichum falcatum* Went.
6. **Los síntomas de “muermo rojo” o pudrición roja son:**
- A. ☐ Coloraciones rojizas a todo lo largo de los tejidos internos del tallo.
 - B. ☐ Un rayado blanco y definido paralelo a la nervadura central de la hoja.
 - C. ☐ Una pudrición amarilla o anaranjada en los tejidos internos del tallo.
 - D. ☐ Manchas amarillentas alargadas, visibles por los dos lados de la hoja.
7. **La escaldadura de la hoja puede confundirse con los síntomas de:**
- A. ☐ *Flecking* o pecas.
 - B. ☐ Albinismo y daño por herbicidas.
 - C. ☐ Daño por rayo.
 - D. ☐ Deficiencia nutricional.
8. **La roya café y la roya naranja se evalúan en la tercera hoja con cuello visible, tejido donde se determina:**
- A. ☐ El tipo de pústula o reacción y el porcentaje de severidad del daño.
 - B. ☐ El número de tallos afectados por cepa en un área determinada.
 - C. ☐ El porcentaje de infección (tallos afectados/total de tallos muestreados).
 - D. ☐ Número de hojas afectadas por cepa en un metro cuadrado.

9. Para evaluar la incidencia de carbón y virus del mosaico se determina:

- A. ☐ Tipo de pústula o reacción y el porcentaje de severidad del daño.
- B. ☐ Número de tallos afectados sobre número total de tallos del área evaluada multiplicado por 100.
- C. ☐ Número de hojas afectadas en diez metros cuadrados.
- D. ☐ Número de tallos afectados en una hectárea.

10. Para determinar la incidencia de raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja en laboratorio se toman muestras de tejido en el campo, así:

- A. ☐ Veinte hojas TVD (aprox. los primeros 30 cm de la parte basal) recolectadas sistemáticamente en el lote; en semilleros se toma una muestra por cada 3 hectáreas y en campos comerciales una muestra por cada 5 hectáreas.
- B. ☐ Diez hojas de la tercera hoja con cuello visible.
- C. ☐ Veinte tallos tomados en diferentes cepas del cultivo.
- D. ☐ Diez hojas de cualquier parte del tallo.

Hoja de respuestas



Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta	Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

Respuestas correctas: 1=A; 2=A; 3=D; 4=D; 5=C; 6=A; 7=B; 8=A; 9=B; 10=A.

Evaluación de la capacitación

Apreciado participante: al finalizar la capacitación sobre reconocimiento de enfermedades de la caña de azúcar en Colombia deseamos conocer su opinión 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, 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
• Identificar y reconocer los síntomas y los signos de las enfermedades de la caña de azúcar más frecuentes en Colombia					
• Diferenciar en la caña de azúcar los síntomas debidos a enfermedades de los causados por desórdenes genéticos, fisiológicos, eventos meteorológicos, insectos y fumagina					
• Evaluar la incidencia y la severidad de las principales enfermedades de la caña de azúcar en Colombia					
• Tomar la muestra de tejido foliar requerida para el diagnóstico de enfermedades en un cultivo de caña de azúcar de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Servicio de Diagnóstico de Enfermedades de Cenicaña					
• Decidir cuándo acudir al Servicio de Inspección Fitopatológica en Campo y Laboratorio de Cenicaña y saber cómo hacerlo					
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					

Continúa

Desempeño de los facilitadores

Facilitador: _____

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					
Comentarios:					

____ Día ____ Mes ____ Año

Gracias por participar en esta evaluación, su opinión nos ayuda a mejorar la capacitación.

Referencias bibliográficas

- Ángel, J.C.; Avellaneda, C.; Victoria, J.I. y Guzmán, M.L. 2003. Síndrome de la hoja amarilla de la caña de azúcar en variedades sembradas en Colombia. V.1. p.181-189. En: Memorias. Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 6. Tecnicaña, 24-26 septiembre, 2003. Cali, Colombia.
- Ángel, J.C.; Cadavid, M. y Victoria, J.I. 2010. Presencia de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en el valle del río Cauca, Colombia. Cali (Colombia) Carta trimestral. 32, 3-4 (julio-diciembre): p.24-29.
- Bailey, R.A. and Bechet, G.R. 1986. Effect of ratoon stunting disease on the yield and components of yield of sugarcane under rainfed conditions. p.143-147. In: Proceedings. Conference of The South African Sugar Technologists' Association, 6. SATSA, 16-19 June, 1986. Natal, South Africa.
- Galvez, G.E. and Thurston, H.D.1961. Ratoon Stunting Disease of Sugarcane in Colombia. Plant Disease Reporter 45(12).
- Grisham, M.P. 1991. Effect of Ratoon Stunting Disease on Yield of Sugarcane Grown in Multiple Three-Year Planting. Phytopathology 81:337-340.
- Hoy, J.W. and Grisham, M.P. 1994. Sugarcane Leaf Scald Distribution, Symptomatology, and Effect on Yield in Louisiana. Plant Disease 78(11).
- Martin, J.P.; Abbott, E.V. & Hughes, C.G. 1961. Sugarcane disease of the world, vol. 1. Elsevier Pub. Co. NY. 542 p.
- Ngaruiya, P.N.; Shipton, W.A. and Coventry, R. 2005. Ratoon stunting disease of sugarcane as influenced by environmental stressors. p. 324-333. Proceedings. Congress of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, 27. ASSCT, 3-6 may, 2005. Queensland, Australia.
- Purdy, L.H. y Dean, J.L. 1980. Un sistema para registrar los datos sobre las interacciones entre la roya de la caña de azúcar y el hospedero. p. 177-180. En: Memorias. Seminario Interamericano de la caña de azúcar, 1. Enfermedades de la caña de azúcar. Miami. 8-10 octubre 1980. Vanguard, Miami.
- Rott, P.; Soupa, D.; Brunet, Y.; Feldmann, P. and Letourmy, P. 1995. Leaf scald (*Xanthomonas albilineans*) incidence and its effect on yield in seven sugarcane cultivars in Guadeloupe. Plant Pathology 44:1075-1084.
- Vega, J., S., Scagliusi, M., Ulian, E.C. 1997. Sugarcane yellow leaf disease in Brazil evidence of association with a *Luteovirus*. Plant Disease. 81:21-26.
- Victoria, J.I. 1991. Algunos conceptos sobre resistencia al carbón de la caña de azúcar. Nota especial. Cali (Colombia) Carta Trimestral. 13, 1 (enero-marzo). 2 p.
- Victoria, J.I. 1994. Escaldadura de la hoja en Colombia. Situación, prevención y control. Cenicaña. Cali, Colombia. 4 p. (Serie divulgativa, N.º 5).
- Victoria, J.I.; Cuervo, L.E.; Guzmán, M.L. y Calderón, H. 2000. Efecto del síndrome de la hoja amarilla sobre la producción de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. En: Memorias. Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, 5. Tecnicaña, 4-6 octubre, 2000. Cali Colombia.
- Victoria, J.I.; Garcés, F.; Guzmán, M.L. y Ángel, F. 1998. Síndrome de la hoja amarilla en Colombia, ScYLV (Sugarcane Yellow Leaf Virus). Cali (Colombia). Carta Trimestral. 20 (2 y 3): 3-7.
- Victoria, J.I.; Ochoa, O.; Castrillón, M.E. y González, J. 1986. El mosaico de la caña de azúcar en Colombia. Cenicaña. Cali Colombia. 10 p. (Documento de trabajo, N.º 100) (Presentado en Mesa redonda latinoamericana sobre enfermedades de la caña de azúcar, La Habana, 19-25, noviembre, 1986).
- Victoria, J.I.; Guzmán, M.L. y Ochoa, O. 1987. Control químico y físico del raquitismo de la soca de la caña de azúcar. Cali, Cenicaña. 12 p. (Documento de trabajo, N.º 127) (Presentado en Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 2. Tecnicaña, 26-28 agosto, 1987. Cali, Colombia. V. 1. p. 231-236).
- Victoria, J.I.; Guzmán, M.L.; Cuervo, L.E. y Lockhart, B.E.L. 1999. Síndrome de la hoja amarilla en Colombia. Cenicaña. Cali, Colombia. 4 p. (Serie divulgativa, N.º 7).

Lecturas recomendadas

- Ángel, J.C.; Ángel, F. y Victoria, J.I. 2002. PCR múltiple anidado para la detección simultánea de los patógenos raquitismo de la soca (*Clavibacter xyli subsp. Xyli*) y escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*) en jugos y tejido de la caña de azúcar. En: Memorias. Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines, 23. ASCOLFI. Bogotá.
- Ángel, J.C.; Ángel, F. y Victoria, J.I. 2001. Diagnóstico molecular de razas del virus del Síndrome de la hoja amarilla caña de azúcar (ScYLV) en Colombia. *Fitopatología Colombiana*. 25 (1):19-22.
- Asocaña (Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia). 2007. Informe anual. Aspectos generales del sector azucarero 2006-2007. Disponible en <<http://www.asocana.com.co>> consultado el 22-02-2016.
- Bock, K.R. y Bailey, R.A. 1989. Streak. Cap. XIX. p.323-332 En: Ricaud, C.; Egan, B.T; Gillaspie, A.G. y Hughes, G.G. (eds.). *Diseases of sugarcane. Major Diseases*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands. 339 p.
- Cadavid, M.; Ángel, J.C.; Ángel, F. y Victoria, J.I. 2003. Detección simultánea de la enfermedad de Fiji, el mosaico y el síndrome de la hoja amarilla en caña de azúcar utilizando métodos moleculares. Cali (Colombia). *Carta Trimestral*. 25 (2): 11-15.
- Dahal, G.; Ortiz, R.; Tenkouano, A.; Hughes, A; Thottappilly, G.; Vuylsteke, D. y Lockhart, B.E.L. 2000. Relationship between natural occurrence of BSV and symptom expression, relative concentration of viral antigen, and yield characteristics of some micropropagated *Musa* spp. *Plant Pathology*. 49:68–79.
- Guzmán, M.L. y Victoria, J.I. 2001. Evaluación de cinco enfermedades de la caña de azúcar mediante las técnicas de DOT-BLOT y TISSUE-BLOT a partir de la misma muestra de tejido. *Fitopatología Colombiana* 25 (2): 103-110.
- Lo, T.T. y Leu, L.S. 1989. Leaf scorch. p.135-144. En: Ricaud, C.; Egan, B.T; Gillaspie, A.G. y Hughes, G.G. (eds.). *Diseases of sugarcane. Major Diseases*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands. 339 p.
- Mansur S., S. y Lockhart, B.E. 2000. Transmission, characterization and serology of a Luteovirus associated with Yellow Leaf Syndrome of Sugarcane. *Phytopathology*. 90: 120–124.
- Moutia, J.F.Y. y Saumtally S. 2001. Diagnosis of sugarcane yellow leaf virus in cane juice and the effect of hot water treatment on its control. V.2, p.444-450. En: *Proceedings. Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists*, 24. ISSCT, 17-21 september, 2001. Brisbane, Australia.
- Pan, Y.-B; Grisham, M.P. y Burner, D.M. 1997. A Polymerase Chain Reaction Protocol for the detection of *Xanthomonas albilineans*, the causal agent of Sugarcane Leaf Scald Disease. *Plant Disease*. 81 (2): 189-194 p.
- Ryan, C.C. y Egan, B.T. 1989. Rust. p.189-210. En: Ricaud, C.; Egan, B.T; Gillaspie, A.G. y Hughes, G.G. (eds.). *Diseases of sugarcane. Major Diseases*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands. 339 p.
- Vázquez de Ramallo, N. y Ramallo, J. 2004. Enfermedades de la caña de azúcar en Argentina, Guía para su reconocimiento y manejo. EEAOC (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres). Tucumán, Argentina. 56 p.
- Victoria, J.I.; Guzmán, M.L. y Ángel, J.C. 1995. Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. p.265-291. En: Cassalett, C.; Torres, J.; Isaacs, C. (eds.). *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia*. Cenicaña. Cali, Colombia.
- Victoria, J.I.; Guzmán, M.L.; Garcés, F. y Jaramillo, A.D. 1999. Pathogen-free seed cane production and its impact on a commercial scale. En: *Proceedings. Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists*, 23. ISSCT, 22-26 February, 1999. New Delhi, India.

Glosario

Acérvulo: masa de hifas del hongo que se forma bajo la epidermis o la cutícula de planta, parásita y produce una capa de conidióforos cortos, rematados por un conidio apical.

Antisuero: porción líquida de la sangre (plasma) que contiene anticuerpos específicos para el antígeno inoculado. Los anticuerpos son proteínas empleadas por el sistema inmunitario para identificar y neutralizar elementos extraños tales como bacterias, virus o parásitos. Los antígenos es un material foráneo que al introducirse en humanos y animales induce una respuesta inmunitaria provocando la formación de anticuerpos. Para el diagnóstico de las enfermedades de RSD y LSD en caña se producen antisueros en conejos, y los aislamientos purificados de sus bacterias causales son utilizados como antígenos, que al inocular los conejos éstos producen antisueros específicos para cada enfermedad.

Asca: célula especializada, característica de hongos ascomicetos, en la que dos núcleos haploides se fusionan para producir un cigoto que inmediatamente se divide por meiosis.

Tiene estructura en forma de saco o bolsa; cuando está maduro, el asco contiene ascosporas de origen sexual.

ADN: ácido desoxirribonucleico, es un ácido nucleico formado por una cadena de desorribonucleótidos. Contiene la información genética de un ser vivo y de algunos virus. Su función principal es almacenar la información genética para la construcción de proteínas y ARN que es imprescindible para cualquier función vital de un organismo.

ARN: ácido ribonucleico, es un ácido nucleico formado por una cadena de ribonucleótidos. Está presente tanto en las células procariotas como en las eucariotas, interviene junto al ADN en la síntesis de proteínas y del traslado de la información genética del ADN. En ciertos virus es el único material genético (virus ARN), puede ser lineal, de cadena sencilla y en el genoma de algunos virus es de doble cadena.

Ascospora: espora producida en el interior de la asca.

Bacilo: bacteria que tiene forma más o menos alargada, como un bastoncillo. Las especies de este grupo de bacterias se dividen en saprófitas y patógenas; se encuentran tanto en el suelo como en el aire y muchas son responsables de la putrefacción de los alimentos. Los bacilos se reproducen por esporas y algunos son móviles y tienen flagelos. Bacilos muy cortos, cuya longitud sobrepasa en muy poco su anchura, se llaman cocobacilos. La denominación bacilo se refiere solo a su morfología y no tiene valor sistemático. Muchos bacilos llevan el nombre del descubridor, así: bacilo de Koch (tuberculosis), bacilo de Ebert (tifus), bacilo de Hansen (lepra).

Bacteria: organismo unicelular microscópico que se reproduce por partición simple o bipartición y no tiene núcleo definido. La célula bacteriana realiza todas las funciones biológicas de una planta inferior y la mayoría de las especies poseen locomoción por medio de flagelos.

Las bacterias destruyen el contenido celular, debilitan sus paredes y afectan procesos fisiológicos. El raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja son enfermedades de la caña de azúcar ocasionadas por bacterias.

Biología molecular (técnica): Grupo de técnicas cuyo fundamento y principio se basa en el estudio de las propiedades de las macromoléculas de los seres vivos, principalmente ácidos nucleicos (ADN/ARN) y proteínas.

Conidio(a): espora asexual fúngica, inmóvil, formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena o esporógena. No está contenida en el interior de un esporangio y puede producirse aisladamente o en cadenas. La mayoría de los conidios son plurinucleados. Aparecen en Ascomycotina, Deuteromycotina y algunos Basidiomycotina. El término se utiliza también para las esporas de las bacterias del género *Streptomyces*.

Conidióforo (conidiófora): es una estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de conidias. El conidióforo se localiza al extremo de hifas, que la levantan en el aire para esparcir las esporas con más eficiencia. Algunos conidióforos son de un filamento (en el *Geotrichum candidum*, por ejemplo), mientras que otras son ramificadas (en el *Trichoderma viride*, por ejemplo).

Corineforme (bacteria): las bacterias corineformes son bacilos Gram positivos que se agrupan en palizadas, también denominadas "letras chinas". Uno de los géneros principales es *Corynebacterium*, cuyas especies son patógenas de humanos, animales y plantas. El grupo corineforme rara vez produce un crecimiento filamentosos, pero posee componentes en su pared celular similares a los de los Actinomycetes.

Cuerpo fructífero: estructura multicelular sobre la que se forman otras estructuras productoras de esporas de los hongos basidiomicetos y ascomicetos (basidios o ascas). El cuerpo de fructificación es parte de la fase sexual del ciclo de vida de un hongo, con el resto de su ciclo reproductivo caracterizado por el crecimiento vegetativo micelial.

Daño mecánico: cualquier tipo de daño físico que ocasione abrasiones, cortes, heridas y ruptura de tejido que pueden ser potenciales puntos de entrada de patógenos al organismo hospedante.

Enfermedad: alteración de la salud. Alteración en la fisiología de las plantas. Es una alteración desfavorable del desarrollo fisiológico y/o morfológico normal de un organismo, originada por un agente extraño.

Espora: célula reproductora, generalmente haploide y unicelular, que producen la mayoría de los hongos capaz de dar lugar a un adulto sin fusionarse con ninguna otra célula.

Estereoscopia: también se conocen como Microscopios de Disección. Instrumento óptico conformado por dos lupas colocadas una al lado de la otra y con cierta oblicuidad entre sí que dan a la imagen el efecto de profundidad, lo que permite realizar representaciones de la muestra con una visión estereoscópica o tridimensional con bajo poder de aumento (0.8X-4X). Permite hacer estudios de muestras que resultan demasiadas pequeñas para ser observadas a simple vista, pero demasiado grandes para ser estudiadas bajo el microscopio óptico.

Fitoplasmas: son patógenos de plantas, parásitos intracelulares obligados, generalmente habitan el floema y son transmitidos por insectos vectores. Difieren de otros grupos dentro de la clase Mollicutes que reúne a los procariotas sin pared celular. Su citoplasma contiene ribosomas para la síntesis de proteínas y una molécula de ADN doble circular. El genoma es pequeño, con un alto contenido de genes.

Gram (tinción): tinción diferencial empleada en bacteriología para la visualización de bacterias. Debe su nombre al bacteriólogo danés Christian Gram quien desarrolló la técnica en 1884. Esta metodología se utiliza para referirse a la morfología y diferenciación celular bacteriana. La técnica se basa en aplicar una serie de colorantes a la muestra bacteriana, que tiñen la pared de las bacterias de color morado y, tras unos minutos, al realizar un lavado del colorante, si este permanece en la pared bacteriana conservando el color morado oscuro se consideran bacterias Gram positivas; si después del lavado las bacterias se decoloran y se tornan de color rosado tenue se trata de bacterias Gram negativas.

Gram negativos: aquellas bacterias que no se tiñen de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram, sino que se tiñen de un color rosado tenue.

Hialino: traslúcido, incoloro, que deja pasar la luz.

Hifas: elementos filamentosos cilíndricos característicos de la mayoría de los hongos que conforman su estructura vegetativa. Están constituidos por una fila de células alargadas envueltas por la pared celular que reunidas forman el micelio. Micelio es el conjunto de filamentos y un trozo del mismo se denomina hifa.

Hongo: (del latín Fungi, hongos). Designa a un grupo de organismos eucariotas entre los que se encuentran los mohos, las levaduras y las setas. Se clasifican en un reino distinto al de las plantas, los animales y las bacterias.

Incidencia: esté referida a la proporción o porcentaje de plantas sanas y enfermas. También se da para el caso de partes de las plantas como ramas, hojas, frutos, flores. Por ejemplo, una incidencia de 45% en plantas, frutos u hojas significa que el 45% de plantas, frutos u hojas tienen síntomas de la enfermedad y el 55% de plantas, frutos u hojas no presentan síntomas de la enfermedad. El cálculo de la incidencia se efectúa mediante la fórmula: Incidencia (I) = # de plantas, frutos u hojas enfermas / # total de plantas, frutos u hojas observadas. La incidencia es una medida exacta y fácil, que resulta simplemente de contar plantas o partes de plantas con síntomas de la enfermedad.

Luteoviridae: es una familia de virus que infecta plantas. Contienen un genoma ARN monocatenario positivo y por lo tanto se incluyen en el Grupo IV de la Clasificación de Baltimore.

Macroconidios: en su mayoría están adheridos lateralmente y directamente a la hifa o a pedicelos cortos. Pueden ser de paredes gruesas o delgadas, clavados a fusiformes, de 4-8 µm por 8-50 µm de tamaño. Los macroconidios son pocos o ausentes en muchas especies.

Metaxilema: parte del xilema que se encuentra en plantas jóvenes que están en crecimiento, y que madura cuando el cuerpo vegetal completa su alargamiento. No necesita adaptarse al crecimiento. Generalmente lo integran vasos escalariformes, reticulados y punteados. Los vasos del metaxilema son de mayor diámetro que los del protoxilema.

Microconidios: son pequeños conidios esféricos, piriformes a clavados o de forma irregular.

Microscopio Electrónico de Trasmisión (MET): el microscopio electrónico utiliza un fino haz de electrones controlado por un campo magnético que al impactar con la muestra genera una serie de señales relacionadas con la estructura atómica del objeto. Utiliza una muestra ultrafina cuya imagen se obtiene de los electrones que la atraviesan. Debido a que los electrones tienen una longitud de onda mucho menor que la luz visible, pueden mostrar estructuras mucho más pequeñas, aumentando hasta 1 millón de veces con un límite de resolución de 2 nm, revelando la estructura interna de las muestras, su tamaño y distribución de partículas.

Microscopio óptico: basado en lentes ópticos. Amplifica la imagen mediante un sistema de lentes (objetivos) y fuentes de iluminación. También se le conoce como microscopio de luz o microscopio de campo claro. La potencia amplificadora de un microscopio óptico tiene un límite de resolución aproximado a 200 nm (0.2 µm), limitado por la longitud de onda de la luz visible (0.4-0.7 µm).

Muestreo sistemático: se aplica cuando no es posible identificar las unidades de muestreo. Se siguen esquemas como: cuadrado, bordes, diagonales, rombo y doble V. Se debe considerar la distribución espacial de la enfermedad.

Nematodo: organismos pluricelulares, microscópicos de vida libre o parásitos, con forma de gusano. Los nematodos fitoparásitos son patógenos, contienen en la boca un estilete para perforar y succionar los elementos que necesitan de las plantas. Aunque pueden atacar raíces, tallos, troncos, yemas, hojas, flores y semillas, el tejido afectado varía de acuerdo con la especie de fitonematodo y el hospedante.

Ovoide: con forma de huevo de ave.

Parafiso: célula filamentosa estéril que se encuentra en el himenio de los Basidiomycetes y los Ascomycetes. Se hallan entremezcladas con los gametangios en el interior de los conceptáculos y su función es propiciar la salida de los gametos.

Patógeno: organismo que ocasiona una enfermedad o daño a la biología de un huésped, sea humano, animal o vegetal.

PCR: De las siglas en inglés para *Polymerase Chain Reaction*. Técnica de biología molecular que amplifica un fragmento de ADN específico, partiendo de una única copia del molde.

Peritecio: estructura teleomórfica (ascocarpo) con forma esférica o de botella propia de varios hongos de la clase Ascomycota, y en cuyo interior se producen las ascas.

Piriforme: que tiene forma de pera.

Pleomorfismo: aparición de dos o más formas estructurales de un organismo durante su ciclo de vida, en especial de ciertas plantas.

Polerovirus: uno de los tres géneros en la familia Luteoviridae. Se distingue por sus partículas isométricas de 25-30 nm de diámetro, genoma monopartita. Es transmitido por áfidos. El SCYLV (virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar, por su sigla en inglés) pertenece a este género.

Potyvirus: Virus que pertenecen a la familia Potyviridae. El virión no está envuelto, el nucleocápsido es filamentosos y tiene 11-20 nm de diámetro. El genoma es de sentido lineal positivo ssRNA y su tamaño es de 9000-12000 nt. Se replica en el citoplasma. El SCMV (virus del mosaico común de la caña de azúcar, por su sigla en inglés) pertenece a este género.

Protoxilema: durante la ontogenia del xilema primario, el primer tejido conductor que se diferencia es el protoxilema, el cual madura en órganos en crecimiento y está sometido a tensiones, por lo cual sus vasos son anillados o espiralados, engrosamientos que le permiten adaptarse al crecimiento.

Pústula: pequeño abultamiento formado por fructificaciones de hongos o por las lesiones que éstos originan en los tejidos epidérmicos (royas). Marca parecida a una ampolla en una hoja por la ruptura de tejidos superficiales. Estructura que la forma la roya café y roya naranja en caña de azúcar.

RT-PCR: sigla del inglés para *Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction* (Transcripción Reversa-Reacción en Cadena de la Polimerasa). Permite la amplificación de una cantidad pequeña de moléculas molde de RNA (tanto mRNA como ARN total) con gran especificidad, mediante la transcripción reversa del ARN a cADN, el cual es posteriormente amplificado.

Septo(a): (del latín *septum*, tabique, pared), a veces transcrito *septum* o *séptum* es una pared que divide de un modo completo o incompleto una cavidad o estructura en otras más pequeñas.

Serológica (técnica): técnicas serológicas o inmunológicas son procedimientos utilizados para realizar un diagnóstico a partir de la identificación de anticuerpos en presencia de un antígeno específico.

Severidad: está referida a la medida de cuánto de la planta o cuánto de tejido de la planta se encuentra afectado por la enfermedad. Es una medida visual y subjetiva, a diferencia de la incidencia en la que se cuenta el número de plantas con o sin síntomas. La severidad es una medida subjetiva porque está sujeta a variaciones y errores de agudeza visual del evaluador. Así, la elaboración y disponibilidad de ayudas visuales y escalas de evaluación tratan de minimizar los errores para que la estimación de la enfermedad sea lo más exacta posible. La severidad se expresa en proporción de tejido afectado; así, una severidad de 1%, significa que el 1% del tejido de la planta está afectado.

Signos: es la expresión visible del patógeno: a simple vista o con lupa, estereoscopio o microscopio. Puede ser el patógeno mismo o alguna de sus estructuras, por ejemplo micelio, esporas o esclerocios de hongos, o el patógeno mezclado con material vegetal.

Síntomas: alteraciones o modificaciones fisiológicas y/o anatómicas que se manifiestan en el interior y exterior de la planta como resultado de su interacción con un agente extraño.

TBIA: (*Tissue Blot Immuno Assay*). Técnica inmunológica basada en la interacción de proteínas antígeno-anticuerpo, usada para el diagnóstico de enfermedades en diferentes organismos, entre ellos en caña de azúcar

Teleomorfo: estadio reproductivo sexual (multiplicación sexuada) que típicamente desarrolla un cuerpo de fructificación en los ciclos vitales de los hongos Ascomycota y Basidiomycota.

Telio: grupo de células binucleadas fructíferas donde se producen las teliosporas.

Teliospora: espora de resistencia en royas y carbones producida en los telios, con una o varias células binucleadas, y donde tiene lugar la cariogamia (probasidio), formación de un promicelio y meiosis del núcleo diploide.

TVD: sigla con origen en el inglés para *Top Visible Dewlap*, primera hoja con cuello o lígula visible.

Uredinio: grupo de células binucleadas fructíferas que originan uredosporas.

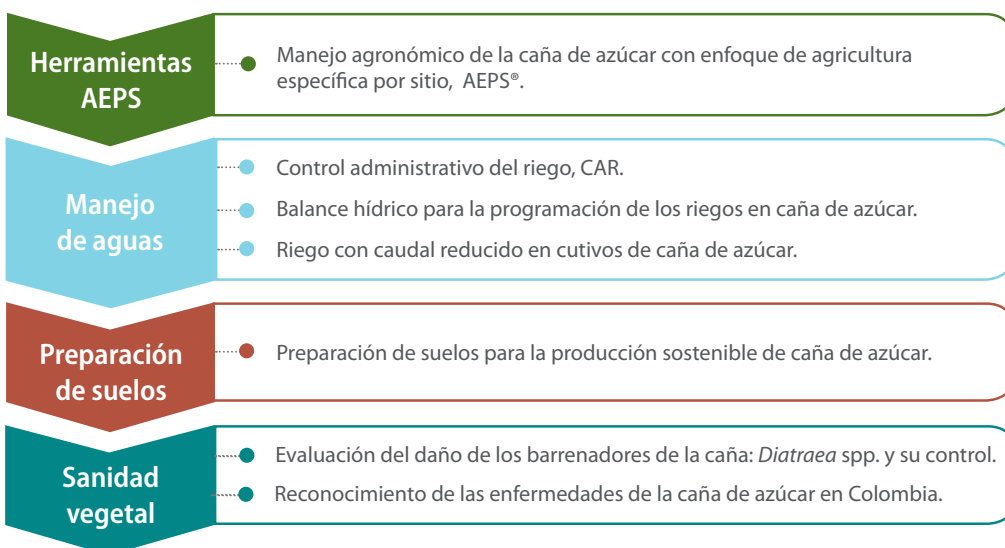
Uredospora: espora binucleada asexual en Uredinales formada en los uredinios.

Virus: entidad genética compuesta de un conjunto de instrucciones contenidas en un segmento de ácido nucleico (ARN o ADN), encapsuladas por una estructura proteica y contiene lípidos y otras sustancias. Se integra a la maquinaria celular de la planta alterando su metabolismo y da las órdenes para la formación de nuevos virus. Puede tener efectos negativos sobre la respiración, la fotosíntesis, la transpiración y otros procesos biológicos.

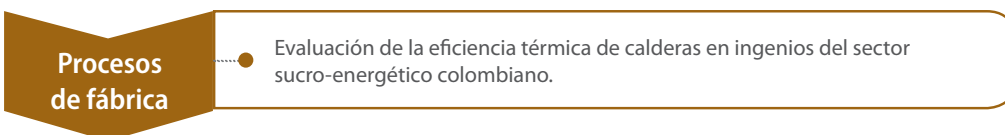
Títulos publicados

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

Sistema de producción agrícola



Sistema de producción industrial



Esta guía metodológica sobre reconocimiento de enfermedades de la caña de azúcar en Colombia 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 y se cite la fuente.

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 y edición de textos

Victoria Carrillo C.

Diseño gráfico y diagramación

Andrea Campiño Blanco

Fotografías

Marcela Cadavid: carátula y páginas 12, 22, 24-38, 40 (centro), 41, 43, 44, 50, 52, 59, 60-68, 78 y 84. Juan Carlos Ángel: páginas 39 (abajo), 40 (arriba y abajo), 41 (abajo) y 42. Fernando Muñoz: 39 (arriba).

Impresión

Prensa Moderna (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.

Esta guía presenta los aspectos generales del diagnóstico de enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia. Se basa en la experiencia de Cenicaña en 37 años de investigación y servicios de sanidad vegetal en la agroindustria azucarera del valle del río Cauca. El componente teórico es un resumen descriptivo y en lo posible ilustrado de los conceptos técnicos para el reconocimiento de síntomas y signos de enfermedades en tejidos de caña de azúcar y la evaluación de su severidad o incidencia; incluye fotografías, glosario de términos fitopatológicos, referencias bibliográficas y lecturas recomendadas. Está dirigida a los facilitadores del PAT, en particular a los profesionales de los ingenios azucareros y Cenicaña con competencias de asistencia técnica y capacitación, transferencia y validación de tecnología, administración de fincas y prestación de servicios especializados en sanidad vegetal, quienes utilizan la guía para su propia formación en la materia y para dirigir actividades pedagógicas en las que participan los responsables de la sanidad del cultivo en las fincas productoras de caña de azúcar y sus colaboradores, entre ellos: propietarios, productores, asistentes técnicos, supervisores de campo y operarios 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

