



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



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

Guía metodológica

Camilo H. Isaacs E.  
Hernán Felipe Silva C.



**Serie:** Sistema de  
producción agrícola

# Los autores

**Camilo H. Isaacs E.** es ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Nacional de Colombia. Es jefe del servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología de Cenicaña. Fue presidente de la junta directiva de Tecnicaña entre 2008 y 2012. Ha sido gestor, impulsor y coordinador de la guía de recomendaciones técnicas (GRT) y de otros proyectos para la transferencia de tecnología en el cultivo de la caña de azúcar con el enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS).

**Hernán Felipe Silva C.** es comunicador social y periodista de la Universidad Autónoma de Occidente; especialista en administración de negocios por vía electrónica, Pontificia Universidad Javeriana; magíster en diseño y creación interactiva, Universidad de Caldas. Actualmente se desempeña como administrador de contenidos y diseñador de interfaces para la web del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña.

**Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar  
con enfoque de agricultura específica por sitio,**

**AEPS®**

Guía metodológica





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



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

Guía metodológica

Camilo H. Isaacs E.  
Hernán Felipe Silva C.



**Serie:** Sistema de  
producción agrícola

Isaacs Echeverri, Camilo Humberto

Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, AEPS®. Guía metodológica / Camilo Humberto Isaacs Echeverri; Hernán Felipe Silva Cerón. – Cali: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 2014.

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

Incluye referencias bibliográficas

ISBN 978-958-8449-09-8

1. Caña de azúcar. 2. Agricultura específica por sitio. 3. Transferencia de tecnología. 4. Zonificación agroecológica. 5. Manejo agronómico. 6. Sistemas de información

I. Título. II. Silva Cerón, Hernán Felipe

631 CDD 23 ed.

IS73

Cenicaña – Biblioteca Guillermo Ramos Núñez

Copyright © 2014 por Cenicaña®

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

www.cenicana.org  
buzon@cenicana.org

Febrero de 2014

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:** la presente guía metodológica incluye este volumen impreso y los recursos digitales indicados en él, materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar que fueron validados por los autores con grupos de pares expertos y con grupos de usuarios potenciales en Colombia. Los destinatarios de la guía reciben los materiales personalmente de parte de Cenicaña y 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 que se hagan de los materiales y atenderá oportunamente las solicitudes de servicios requeridos para la celebración de las actividades pedagógicas, según los términos de compromiso descritos en esta guía. Cenicaña no se hace responsable de las decisiones que tomen los destinatarios de la guía en el ejercicio de sus competencias de capacitación, ni de los efectos del aprendizaje en las unidades productivas donde ejercen sus labores los participantes en la capacitación.

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

**Referencia sugerida:**

Isaacs Echeverri, C.H. y Silva Cerón, H.F. 2014. Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, AEPS®. Guía metodológica. Cenicaña. Cali, Colombia. 156 p. (Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar. Sistema de producción agrícola).

# Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a los investigadores de Cenicaña y a los profesionales de los ingenios azucareros que contribuyeron con su experiencia, tiempo y dedicación a la elaboración de esta guía. De modo particular, a los ingenieros agrónomos Alfonso García, Marcela Estrada, Paula Uribe y Gustavo Barona por la colaboración y aportes brindados para la producción editorial de este documento.

# Contenido

vii	Presentación
viii	La estrategia de transferencia de tecnología
x	Colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar
xi	A quién se dirige esta colección
xi	Cómo está diseñada la colección
	<b>Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, AEPS®</b>
xii	<b>Preámbulo para el aprendizaje</b>
10	<b>Unidad de aprendizaje 1.</b> Zonificación agroecológica del valle del río Cauca para el cultivo de caña de azúcar
56	<b>Unidad de aprendizaje 2.</b> Herramientas para la AEPS® disponibles en <a href="http://www.cenicana.org">www.cenicana.org</a>
84	<b>Unidad de aprendizaje 3.</b> Uso e interpretación de la guía de recomendaciones técnicas (GRT) con enfoque AEPS®
106	<b>Apéndices</b>
141	Referencias bibliográficas
142	Siglas y abreviaturas

# 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.

Los materiales que aquí se presentan son una colección de guías metodológicas diseñadas y dirigidas por Cenicaña, ordenadas en series temáticas, que conforman el marco de referencia técnico y didáctico para desarrollar la estrategia de transferencia y adopción de las nuevas tecnologías en la agroindustria de la caña de azúcar.

Cada guía consta de un volumen impreso y de ayudas digitales, en las cuales los autores —investigadores y profesionales que coordinaron los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico o contribuyeron a validarlos— presentan la teoría y la práctica acerca de la oferta tecnológica desarrollada y validada por el centro de investigación con los ingenios azucareros y alcohólicos y los cultivadores de caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Esta colección de materiales para la transferencia de tecnología contribuirá a los programas de capacitación que llevarán al sector azucarero a ser más competitivo.

Álvaro Amaya Estévez  
Director general, Cenicaña

# La estrategia de transferencia de tecnología

Contribuir al desarrollo de las capacidades institucionales requeridas para la adopción de prácticas sostenibles en las unidades productivas de la agroindustria de la caña de azúcar es el propósito prioritario de la gestión de transferencia de tecnología de Cenicaña.

Esto se justifica porque se tienen nuevas tecnologías con potencial para aumentar la productividad azucarera y por tanto la competitividad del sector.

En lo que concierne a ingenios y cultivadores, su reto es incorporar estos conocimientos y estas tecnologías en sus procesos actuales y en las proyecciones de innovación.

Para ello necesitamos afianzar la cooperación técnica interinstitucional en el marco de un programa concertado, a través del cual desarrollemos las competencias de cada actor en el rol que juega en la transferencia de tecnología, la asistencia técnica y la innovación tecnológica.

La propuesta de Cenicaña para el efecto ha sido discutida con los gremios de productores y estructurada de acuerdo con sus recomendaciones. En ella se formula el modelo de un programa de asistencia técnica dedicado al desarrollo de las capacidades de innovación en las unidades productivas, con base en la gestión de procesos pedagógicos de capacitación para el uso de la tecnología y en la gestión de planes de acción para su adopción.

El primer paso en el desarrollo del modelo consiste en definir la oferta tecnológica que se presentará en el programa de aprendizaje y asistencia técnica (identificado con la sigla PAT), documentando la tecnología validada y su potencial de adopción. Luego se identifican las prioridades del cambio técnico en términos del número de beneficiarios (adoptantes potenciales) que se espera alcanzar con las acciones de transferencia en un horizonte de tiempo dado, así como los resultados que se esperan de la intervención.

Enseguida se traduce a lenguaje pedagógico la documentación que sustenta la tecnología materia del PAT, estructurada en una guía metodológica enfocada en la gestión del conocimiento y el desarrollo de competencias.

La guía metodológica contiene los materiales técnicos y didácticos para llevar a cabo la capacitación. Antes de su publicación, es validada y ajustada por los autores con el concurso de pares expertos en la materia y con grupos de destinatarios potenciales.

A continuación, usando las guías metodológicas, sus autores -investigadores y profesionales de Cenicafé- realizan el primer evento de transferencia con los destinatarios directos de los materiales de capacitación, grupos de participantes conformados por quienes aceptan el rol de facilitadores de la transferencia, en el cual son responsables de planificar, celebrar y evaluar los eventos de capacitación con los usuarios finales de la tecnología, así como de acompañarlos en las iniciativas de adopción.

La formación técnica de los facilitadores se complementa con talleres para el desarrollo de las competencias propias del gestor de conocimientos, enfoque, como se dijo, adoptado en los procesos pedagógicos del modelo PAT.

En las actividades de capacitación dirigidas por los facilitadores participan los usuarios finales de la tecnología que hacen parte de organizaciones empresariales comprometidas con la innovación tecnológica, en las cuales se tiene un plan de acción definido para la adopción de nuevas prácticas.

Estas organizaciones son las beneficiarias directas de la estrategia de transferencia, de modo que contribuyen al seguimiento y evaluación de los resultados del PAT mediante el registro de los indicadores de adopción y productividad antes del cambio técnico, durante su implementación y después de ella.

Cenicafé coordina el PAT en la agroindustria azucarera colombiana, se encarga de promover la gestión tecnológica en las organizaciones del sector, realiza el seguimiento y la evaluación del desarrollo del programa y sus resultados, y procura que todos los actores participen en el mejoramiento continuo del modelo.

Para hacer realidad el PAT, el centro de investigación creó la colección de materiales para la transferencia de tecnología, que hasta el momento cuenta con diez y nueve guías metodológicas, catorce en la serie dedicada al sistema de producción agrícola y cinco en la serie del sistema de producción industrial. Las guías y sus materiales fueron elaborados con las orientaciones del doctor Vicente Zapata S., pedagogo y facilitador del desarrollo sostenible con énfasis en la gestión del conocimiento local. Los materiales son un insumo clave para orientar la agenda de actividades de capacitación que comienza en febrero del 2014.

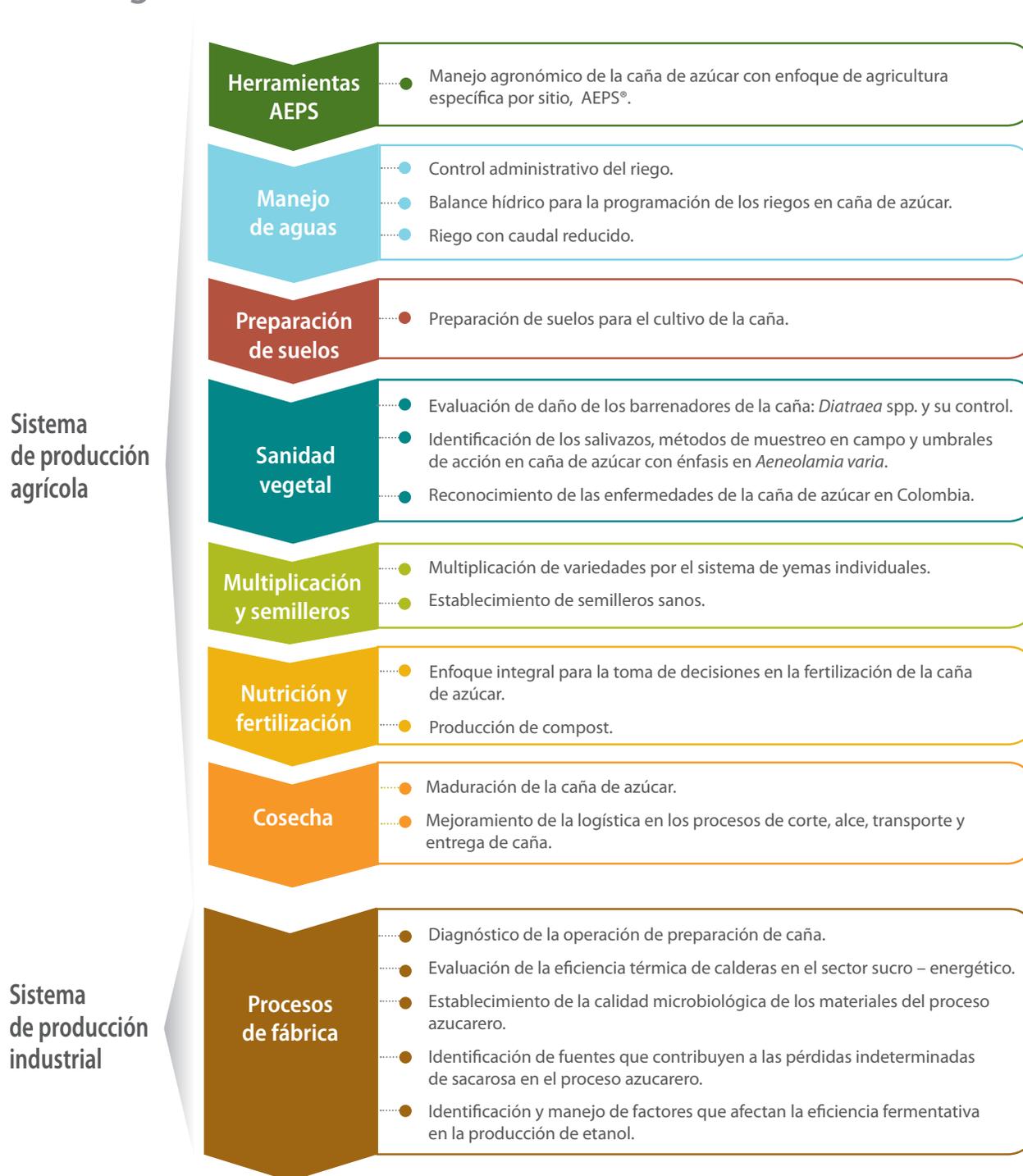
Así, el PAT se integra en la estrategia de transferencia de tecnología del centro de investigación junto con el programa de la red de grupos de transferencia de tecnología (GTT), la validación participativa de tecnología, la investigación de mercado y la producción de material divulgativo para la comunicación técnica en la agroindustria. Bienvenido. El reto de la adopción es ahora.

Camilo H. Isaacs E.

Jefe del servicio de cooperación técnica  
y transferencia de tecnología, Cenicafé.



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



## A quién se dirige esta colección

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 vinculados al 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.

## Cómo está diseñada la colección



La colección está organizada en dos series temáticas: sistema de producción agrícola y sistema de producción industrial, cada una de ellas conformada por varias guías metodológicas en las que se presentan las tecnologías y paquetes tecnológicos validados por Cenicaña que son objeto de adopción por parte del sector productivo.

Cada guía metodológica consta de un volumen impreso y de los recursos digitales indicados en él, materiales que han sido organizados por cada autor en el marco de una estructura dispuesta a la gestión del conocimiento y el desarrollo de competencias.

En los volúmenes impresos, como preámbulo para el aprendizaje cada autor describe la estructura general de los contenidos y los objetivos de la capacitación, explica a quién está dirigida la guía y el modo de usarla, al tiempo que ofrece los instrumentos para la exploración de expectativas y la autoevaluación inicial de conocimientos.

Los contenidos técnicos propiamente dichos están organizados en unidades de aprendizaje, con su propia estructura según el criterio del autor. Por lo general, cada unidad de aprendizaje tiene: introducción, objetivos, estructura de aprendizaje, preguntas iniciales, documentación técnica, ejercicios y prácticas, recursos digitales asociados y autoevaluaciones.

En los apéndices (didácticos y técnicos) se encuentran las indicaciones para el uso de los recursos digitales, los instrumentos de autoevaluación final de conocimientos y evaluación de la capacitación, y los recursos técnicos complementarios para el logro de los objetivos de aprendizaje.

## Preámbulo para el aprendizaje

# Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, AEPS

- 1 Introducción
- 2 A quién se dirige esta guía
- 2 Cómo usar esta guía
- 3 Exploración de expectativas
- 4 Autoevaluación inicial de conocimientos
- 8 Objetivos de aprendizaje
- 9 Estructura general de aprendizaje



# Introducción

La agricultura específica por sitio es un enfoque de desarrollo de sistemas productivos locales en el cual las decisiones de las empresas agrícolas se basan en el conocimiento de la realidad agroecológica y el potencial productivo de los sitios de cultivo para, según las metas de la empresa, seleccionar las variedades vegetales y las prácticas de manejo agronómico que mejor se adaptan a cada condición.

Los cultivadores de caña de azúcar y los ingenios azucareros del valle del río Cauca reconocen las ventajas de este enfoque, de modo que la adopción de la agricultura específica por sitio (AEPS®) es una prioridad en los planes estratégicos del sector.

En esta guía metodológica presentamos los conceptos fundamentales de la AEPS y las herramientas de información desarrolladas por Cenicaña para apoyar a los productores azucareros en sus decisiones de innovación tecnológica y desarrollo sostenible con base en la AEPS. Para facilitar el logro de los objetivos de aprendizaje, las referencias teóricas se complementan con actividades de autoevaluación, ejercicios y prácticas grupales.

La guía fue elaborada para facilitar la realización de eventos de capacitación con los usuarios finales de la tecnología de producción agrícola, y está dirigida a los profesionales de asistencia técnica, administración de fincas e investigación agronómica de los ingenios y organizaciones proveedoras de caña en el valle del río Cauca, como también a los profesionales de transferencia de tecnología de Cenicaña. Este grupo de profesionales se identifican en la guía como facilitadores de la capacitación y el aprendizaje, la adopción tecnológica y la gestión de conocimiento.

Así, con el concurso de los facilitadores de la adopción de tecnología se espera que los participantes en la capacitación conozcan el concepto de zonificación agroecológica, lo entiendan y sepan cómo aplicarlo en el manejo agronómico del cultivo. Además, que estén en capacidad de usar en forma eficiente las herramientas de AEPS disponibles en el sitio web de Cenicaña, con el fin de obtener información confiable para la toma de decisiones técnicas en sus empresas.

Las decisiones de AEPS se fundamentan en la caracterización de los sitios de cultivo. Es por esto que en la primera unidad de aprendizaje explicamos los principios metodológicos de la zonificación agroecológica (cuarta aproximación) (Carbonell *et al.*, 2011), con énfasis en los criterios para el reconocimiento de los suelos en estudios detallados (Igac, 2006) y su clasificación en grupos homogéneos (Quintero *et al.*, 2008) y la verificación de los grupos de humedad.

Contar con información confiable en las decisiones de manejo agronómico de las unidades productivas exige distintas bases de datos y herramientas de análisis seguras y fáciles de usar. En la segunda unidad de aprendizaje se describe el sistema de información AEPS® y las herramientas disponibles para los productores azucareros registrados en el sitio web de Cenicaña, con énfasis en el servidor de mapas del sistema de información geográfica (SIG).

Finalmente, la tercera y última unidad está dedicada a la guía de recomendaciones técnicas (GRT) (Isaacs y Silva, 2012), herramienta que hace parte del sistema de información AEPS en web, la cual integra el conocimiento validado en forma participativa por Cenicaña, ingenios y cañicultores en el valle del río Cauca acerca de las prácticas de agricultura específica por sitio más adecuadas al desarrollo del cultivo en una suerte de caña (Isaacs *et al.*, 2011).



## A quién se dirige esta guía



La guía fue elaborada para transferir la tecnología de AEPS a los facilitadores de su adopción en las unidades productivas de caña de azúcar del valle del río Cauca, y para que ellos a su vez compartan lo aprendido en eventos de capacitación donde participan los usuarios finales de la tecnología.

Está dirigida a los facilitadores de la transferencia y la adopción de tecnología, quienes se encargan de planificar, ejecutar y evaluar las actividades de capacitación en el programa de aprendizaje y asistencia técnica, PAT.

Este grupo está integrado por los profesionales de asistencia técnica, administración de fincas e investigación agronómica de los ingenios y organizaciones proveedoras de caña de azúcar en el valle del río Cauca, y por los profesionales de transferencia de tecnología de Cenicaña. Se identifican en la guía como facilitadores de la capacitación y el aprendizaje, la adopción tecnológica y la gestión de conocimiento.

Los participantes en la capacitación son los usuarios finales de las tecnologías de producción agrícola, quienes asisten a las actividades pedagógicas con la intención de aprender acerca de la AEPS para implementarla en las unidades productivas donde son responsables del cultivo, su manejo agronómico y su productividad.

## Cómo usar esta guía

La guía fue diseñada como una herramienta de apoyo metodológico para los facilitadores de la transferencia y la adopción en el ejercicio de sus competencias de capacitación acerca de la agricultura específica por sitio aplicada al manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.



### RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

Todos los contenidos de las actividades de aprendizaje se encuentran disponibles en [www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat). En cada actividad, el facilitador suministra al participante una copia de los recursos digitales indicados. La autorización de acceso a los recursos digitales será confirmada por Cenicaña a cada facilitador inscrito en el PAT. Para más información consulte el **apéndice didáctico 1** al final de esta guía.

En la edición impresa, los contenidos y los materiales pedagógicos aparecen en el orden cronológico de las actividades propuestas para el desarrollo de la capacitación. Los facilitadores son libres de complementar, adaptar o sustituir los materiales y la orientación pedagógica de las actividades de acuerdo con su criterio técnico y las necesidades de aprendizaje de los participantes, siempre que las modificaciones contribuyan al logro de los objetivos de gestión del conocimiento propuestos en la guía.

Así, en este preámbulo para el aprendizaje, en las tres unidades de aprendizaje y en los apéndices que componen la guía se presentan los contenidos técnicos y didácticos junto con las orientaciones para el facilitador y las instrucciones para los participantes. De esta manera se busca asegurar que se dispongan los recursos necesarios para las actividades pedagógicas sugeridas, las cuales consisten en exposiciones, ejercicios, prácticas y autoevaluaciones.

## Exploración de expectativas



RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

La primera actividad que se recomienda celebrar con el grupo de inscritos al evento es la exploración de expectativas, la cual servirá para que el facilitador se presente y para que los participantes se conozcan y expresen lo que esperan del programa de capacitación.

Una vez hecha su presentación personal, el facilitador formula las preguntas siguientes y motiva a los participantes a responderlas por escrito, individualmente, para lo cual se pueden dedicar entre quince y veinte minutos.

### Preguntas para los participantes

- ¿Qué expectativas tiene con las actividades de capacitación?
- De acuerdo con la información que ha recibido, ¿qué conocimiento espera adquirir a través de la capacitación?
- ¿Qué beneficios cree que le aportará la capacitación en sus actividades de manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar?

Cumplido el tiempo, el facilitador les pide a los participantes que se presenten con su nombre, su experiencia en el cultivo de la caña, la ocupación o cargo actual y la empresa que representan. Finalmente los invita a comentar sus respuestas, propiciando el diálogo y la discusión como métodos de participación y reflexión grupal, orientando al grupo acerca de las expectativas que corresponden a los objetivos de la capacitación y aclarando cuáles no podrán ser satisfechas durante el evento.

# Autoevaluación inicial de conocimientos



RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

## Objetivo

La autoevaluación inicial tiene por objetivo indagar qué tanto saben los participantes sobre la materia de la capacitación, lo que propiciará un espacio de discusión y facilitará definir un punto de partida común para las actividades de aprendizaje. Las respuestas son una referencia personal de autoevaluación, por lo tanto no tienen carácter calificativo.



## Orientaciones para el facilitador

- Entregue a los participantes el cuestionario de autoevaluación inicial de conocimientos y coménteles acerca de su propósito, destacando que no tiene carácter calificativo.
- Infórmeles que el tiempo para responderlo no será mayor que 30 minutos y que una vez todos los participantes hayan completado el cuestionario se abrirá una charla participativa de retroinformación.
- Prepare los recursos didácticos que considere pertinentes para la retroinformación. Revise las orientaciones que aparecen después del cuestionario.

# Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

Apreciado participante:

Este cuestionario tiene por objetivo que usted mismo identifique su nivel de conocimientos acerca de la materia de aprendizaje, antes de comenzar la capacitación. Las respuestas son una referencia personal de autoevaluación, por lo tanto no tienen carácter calificativo.

**Autoevaluación inicial  
de conocimientos**

Página: 1 de 2

Día Mes Año

Nombre (opcional)

**Instrucciones:** las preguntas son del tipo de respuesta única. Marque con 'X' la opción que considere correcta en cada caso. Al finalizar registre los datos en la hoja de respuestas y espere las indicaciones del facilitador para continuar. Tiene 30 minutos para responder el cuestionario.

**1. La zona agroecológica de una unidad productiva está conformada por:**

- a.  Un grupo homogéneo de humedad.
- b.  Un grupo homogéneo de suelos.
- c.  Una consociación de suelos y el grupo de humedad del suelo derivado del balance hidrológico del lugar.
- d.  Un grupo homogéneo de suelos y un grupo de humedad representativos de la unidad productiva.

**2. Para identificar las diferencias agroecológicas que se presentan dentro de una unidad productiva se debe analizar:**

- a.  El desarrollo del cultivo y el grupo de suelo.
- b.  Los cambios de color del suelo y el régimen de humedad.
- c.  Los cambios de humedad del terreno.
- d.  El grupo de suelo y el grupo de humedad.

**3. Cuando usted toma la decisión de renovar una unidad productiva, ¿cómo selecciona la variedad a sembrar?:**

- a.  Utilizando la variedad más conocida, para reducir los riesgos.
- b.  Analizando la información histórica sobre los resultados de producción de las variedades cosechadas en la zona agroecológica correspondiente a la suerte a renovar.
- c.  Analizando los resultados comerciales de las variedades sembradas para escoger la que presenta el mayor TCH.
- d.  Analizando los resultados comerciales de las variedades sembradas para escoger la que presenta los más altos valores de rendimiento (%).

## Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS

Autoevaluación inicial  
de conocimientos

Página: 2 de 2

### 4. Para identificar la zona agroecológica de una suerte, el procedimiento más adecuado es:

- a.  Una visita al campo.
- b.  Identificar la consociación de suelos de la suerte y el grupo de suelos al cual pertenece. Luego, identificar la condición de humedad a través del balance hídrico de la zona y conocer si hay déficit o exceso de humedad de acuerdo con los requerimientos del cultivo. Posteriormente, de acuerdo con la textura del suelo, definir si la permeabilidad es alta, media o baja, y así identificar el grupo de humedad.
- c.  Consultarle al asistente técnico del ingenio.
- d.  Identificar la zona agroecológica en el servidor de mapas o en la GRT.

### 5. Para realizar la labor de riego en el cultivo, usted:

- a.  Programa el riego periódicamente.
- b.  Programa el riego de acuerdo con la observación del campo.
- c.  Programa el riego de acuerdo con el balance hídrico, verifica la condición de humedad del suelo directamente en la suerte y controla la calidad de la labor.
- d.  Programa el riego de acuerdo con el balance hídrico.

### Hoja de respuestas

Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
1		
2		
3		
4		
5		



## Autoevaluación inicial de conocimientos

### Orientaciones para la retroinformación

Antes de comenzar el diálogo de retroinformación asegúrese de que todos los participantes hayan terminado de responder el cuestionario. Entonces formule la primera pregunta y motive a los participantes para que compartan sus respuestas con el grupo. Fomente el diálogo y la discusión con moderación. Continúe con las demás preguntas y, según su criterio, facilite las respuestas correctas para que cada participante pueda compararlas con las propias. Estimule la reflexión individual y colectiva acerca de los conocimientos actuales en la materia de aprendizaje. Recomiende a los participantes que conserven el cuestionario para que ellos mismos documenten su progreso en la materia.

### Respuestas correctas al cuestionario



#### Pregunta 1

- d. La zonificación agroecológica de una unidad productiva está conformada por un grupo homogéneo de suelos y un grupo de humedad representativos de la unidad productiva.

#### Pregunta 2

- d. Para identificar las diferencias agroecológicas de una unidad productiva se debe analizar el grupo de suelo y el grupo de humedad.

#### Pregunta 3

- b. Cuando usted toma la decisión de renovar una unidad productiva, para seleccionar la variedad por sembrar analiza la información histórica sobre los resultados de producción de las variedades cosechadas en la zona agroecológica correspondiente a la suerte que se va a renovar.

#### Pregunta 4

- b. Para identificar la zona agroecológica de una suerte, el procedimiento más adecuado es identificar la consociación de suelos de la suerte y el grupo de suelos al cual pertenece. Luego, identificar la condición de humedad a través del balance hídrico de la zona y conocer si hay déficit o exceso de humedad de acuerdo con los requerimientos del cultivo. Posteriormente, de acuerdo con la textura del suelo, definir si la permeabilidad es alta, media o baja, y así identificar el grupo de humedad.

#### Pregunta 5

- c. Para realizar la labor de riego en el cultivo, usted programa el riego de acuerdo con el balance hídrico, verifica la condición de humedad del suelo directamente en la suerte y controla la calidad de la labor.

Después de las actividades dedicadas a la exploración de expectativas y la autoevaluación inicial de conocimientos le sugerimos que haga un receso y comparta un café con el grupo mientras sostienen una conversación informal. Esta es una buena forma de hacer amigos, lo cual es positivo en las actividades pedagógicas.

Retome la exposición; presente los objetivos y explique la estructura general de aprendizaje, que en este caso corresponde a los contenidos técnicos que se abordarán en la capacitación.

## Objetivos de aprendizaje

Una vez finalicen las actividades del programa de capacitación los participantes estarán en capacidad de:

- Saber verificar las características físicas del suelo (familia textural, profundidad efectiva y régimen de humedad) y su ubicación en el paisaje del valle del río Cauca.
- Tener claro el concepto de zonificación agroecológica y su importancia, y ser capaces de verificar en el campo la zona agroecológica presente en una suerte.
- Ser conscientes de la importancia de la agricultura específica por sitio (AEPS) para el manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar, y ser competentes para implementarla.
- Utilizar adecuadamente las herramientas para la AEPS disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)
- Interpretar y utilizar la herramienta guía de recomendaciones técnicas (GRT) para el manejo del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS, disponible en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)



En este momento el facilitador debe tener disponibles todos los recursos logísticos y los materiales que utilizará durante el programa de capacitación.

Para cumplir con las actividades propuestas en esta guía metodológica se estima un tiempo necesario de 20 horas: aproximadamente 11 horas para las exposiciones del facilitador y cerca de 9 horas para ejercicios, prácticas, mesas redondas y autoevaluaciones de los participantes.

# Estructura general de aprendizaje

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



En la primera unidad de aprendizaje se explican los principios metodológicos de la zonificación agroecológica (cuarta aproximación), con énfasis en los criterios para el reconocimiento de los suelos en estudios detallados y su clasificación en grupos homogéneos, y en la verificación del grupo de humedad.

En la segunda unidad de aprendizaje se describe el sistema de información AEPS® y las herramientas disponibles en el sitio web de Cenicaña, con énfasis en el servidor de mapas.

La tercera y última unidad está dedicada a la guía de recomendaciones técnicas (GRT), herramienta que hace parte del sistema de información AEPS en web, la cual integra el conocimiento validado en forma participativa por Cenicaña, ingenios y cañicultores en el valle del río Cauca acerca de las prácticas de agricultura específica por sitio más adecuadas al desarrollo del cultivo en una suerte de caña.

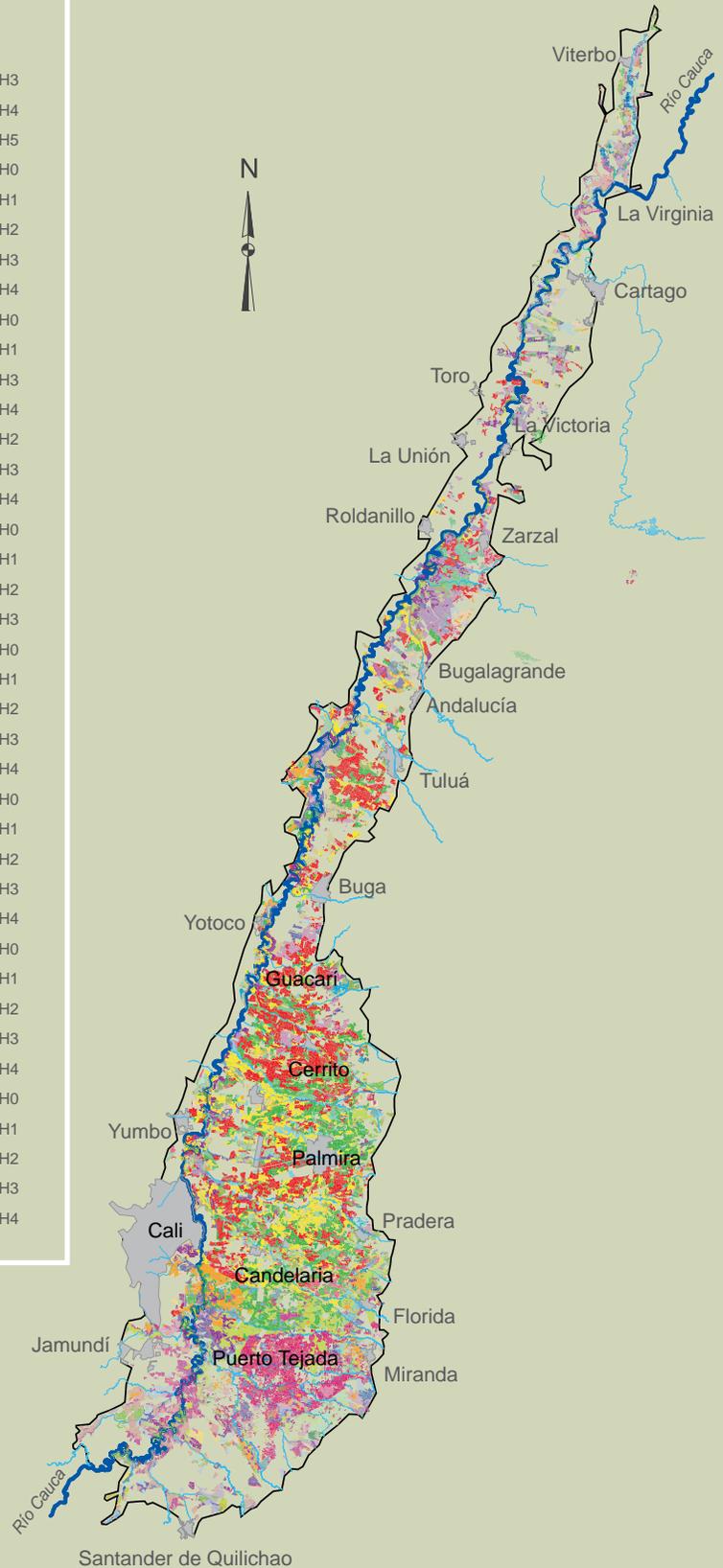
En cada unidad se incluyen las indicaciones y los materiales didácticos para la celebración de actividades grupales como prácticas y ejercicios, diseñadas para que los participantes desarrollen las habilidades y destrezas esperadas de la capacitación; de igual modo se adjuntan los cuestionarios de autoevaluación de conocimientos. Con esta capacitación se facilita y promueve la adopción de la tecnología de AEPS, que busca aumentar la productividad de la caña de azúcar en el valle del río Cauca y mejorar la competitividad de la agroindustria azucarera colombiana a favor del desarrollo sostenible en la región.

# Zonificación agroecológica del valle del río Cauca para el cultivo de caña de azúcar

12	Introducción
12	Preguntas iniciales
12	Objetivos de aprendizaje
13	Estructura de aprendizaje
14	Estructura general de la zonificación agroecológica (cuarta aproximación)
14	Grupos de suelos del valle del río Cauca
15	• Familia textural
19	• Régimen de humedad del suelo
21	• Profundidad efectiva del suelo
21	• Posición geomorfológica
24	• Conformación de los grupos homogéneos de suelos
28	<b>Autoevaluación de conocimientos:</b> Grupos homogéneos de suelos
32	Grupos de humedad
32	• Balance hídrico regional
33	• Permeabilidad del suelo
33	• Conformación de los grupos de humedad
35	• Verificación del grupo de humedad
36	Zonas agroecológicas (cuarta aproximación)
38	<b>Autoevaluación de conocimientos:</b> Grupos de humedad
41	Criterios para seleccionar la zona agroecológica de mayor influencia en una suerte de caña
43	<b>Ejercicio 1.</b> Identifiquemos una zona agroecológica
47	<b>Práctica 1.</b> Verifiquemos una zona agroecológica en el campo

### Zonas agroecológicas

1H0	8H5	16H4	25H3
1H1	9H1	16H5	25H4
1H2	9H2	17H2	25H5
1H3	9H3	17H3	26H0
1H4	9H4	17H4	26H1
1H5	9H5	17H5	26H2
2H0	10H0	18H0	26H3
2H1	10H2	18H1	26H4
2H2	10H3	18H2	27H0
2H3	10H4	18H3	27H1
2H4	10H5	18H4	27H3
3H1	11H0	18H5	27H4
3H2	11H1	19H0	28H2
3H3	11H2	19H1	28H3
3H4	11H3	19H2	28H4
3H5	11H4	20H1	29H0
4H1	11H5	20H2	29H1
4H2	12H1	20H3	29H2
4H3	12H2	20H4	29H3
5H1	12H3	20H5	30H0
5H2	12H4	21H0	30H1
5H3	13H0	21H1	30H2
5H4	13H1	21H2	30H3
5H5	13H2	21H3	30H4
6H0	13H3	22H0	31H0
6H1	13H4	22H1	31H1
6H2	13H5	22H2	31H2
6H3	14H1	22H3	31H3
6H4	14H2	22H4	31H4
6H5	14H3	22H5	32H0
7H0	14H4	23H0	32H1
7H1	14H5	23H1	32H2
7H2	15H0	23H2	32H3
7H3	15H1	23H3	32H4
7H4	15H2	23H4	33H0
8H1	15H3	24H2	33H1
8H2	16H1	24H3	33H2
8H3	16H2	24H4	33H3
8H4	16H3	25H2	33H4



## Introducción

Cenicaña define la agricultura específica por sitio (AEPS®) como el arte de realizar las prácticas agronómicas requeridas por una especie vegetal de acuerdo con las condiciones agroecológicas del sitio donde se cultiva y obtener de ella su rendimiento potencial.

Para implementar la AEPS en el cultivo de la caña de azúcar se caracterizan las condiciones agroecológicas de las suertes (lotes) donde se va a sembrar desde el punto de vista del clima y los suelos, y a partir de esta caracterización se decide el manejo agronómico por realizar, es decir, se selecciona la variedad de caña y la tecnología de producción agrícola más adecuada para cada zona, en términos de su adaptación y sus resultados de productividad.

En cuatro aproximaciones sucesivas acerca de las condiciones climáticas y edafológicas del área azucarera Cenicaña elaboró la zonificación agroecológica —que se conoce como la cuarta aproximación— para caracterizar las suertes dedicadas al cultivo de caña de azúcar.

En esta unidad de aprendizaje se explica la estructura metodológica y los factores que conforman las zonas agroecológicas, con énfasis en la agrupación de suelos (Quintero *et al.*, 2008), la verificación del grupo de humedad y la zonificación agroecológica (Carbonell *et al.*, 2011).

### Preguntas iniciales

El facilitador puede formular algunas preguntas a los participantes para motivarlos a interesarse en el tema y para tener una idea general sobre su nivel de conocimientos.

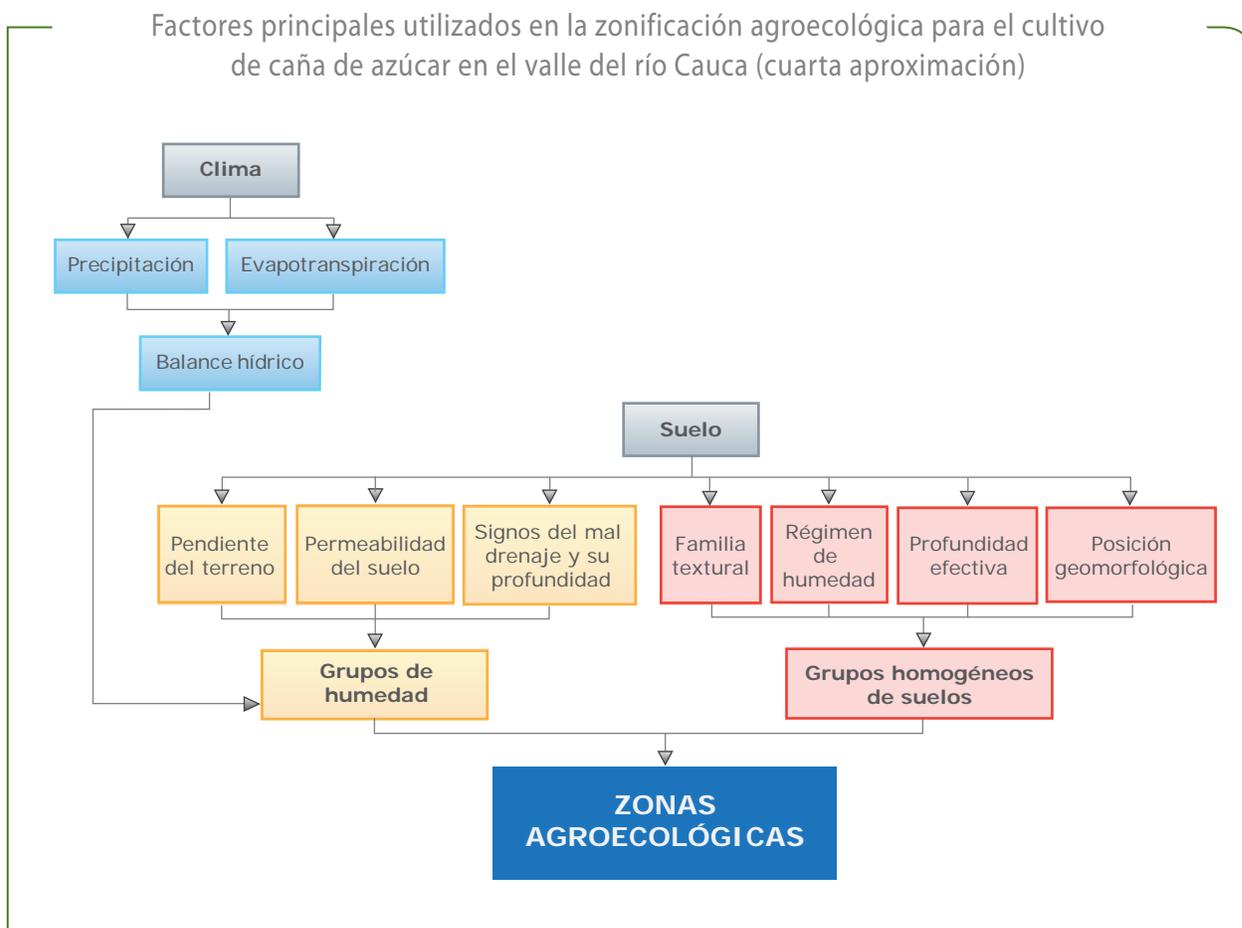
- ¿Qué conocen acerca de la zonificación agroecológica?
- ¿Qué saben acerca de la agricultura específica por sitio (AEPS)?
- ¿Cuál es la importancia de conocer las zonas agroecológicas de influencia de las suertes (o lotes) de las unidades de producción donde cultivan caña de azúcar?

### Objetivos de aprendizaje

Al finalizar la primera unidad de aprendizaje, los participantes estarán en capacidad de:

- Reconocer las características físicas, morfológicas y de humedad de los suelos.
- Reconocer la posición geomorfológica de una suerte de caña en el valle del río Cauca.
- Verificar el grupo de suelos y el grupo de humedad de influencia en una suerte.
- Verificar en el campo las zonas agroecológicas de una suerte determinada.
- Reconocer la importancia de la zonificación agroecológica para la práctica de la agricultura específica por sitio.

## Estructura de aprendizaje



La estructura de aprendizaje acerca de la zonificación agroecológica para el cultivo de caña en el valle del río Cauca se basa en el esquema metodológico utilizado por Cenicaña en la cuarta aproximación, según el cual las zonas agroecológicas resultan de combinar la información agroclimática de los grupos homogéneos de suelos (GHS) y los grupos de humedad (GH).

Para la conformación de los GHS (1 a 33) se tienen en cuenta: la familia textural, el régimen de humedad, la profundidad efectiva y la posición geomorfológica. Para la conformación de los GH (0 a 5) se tienen en cuenta las características de permeabilidad de los suelos y el balance hídrico (clima: precipitación y evapotranspiración).

Cada uno de los factores mencionados se explican en esta unidad de aprendizaje. Las exposiciones orales se complementan con un ejercicio grupal para identificar una zona agroecológica partiendo de datos reales de humedad y de suelos; y con una práctica de campo para verificar las zonas agroecológicas en una suerte de caña.



## Estructura general de la zonificación agroecológica (cuarta aproximación)

En 225,560 hectáreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca a diciembre de 2013, se identifican 158 zonas agroecológicas (cuarta aproximación) definidas como zonas relativamente homogéneas por la respuesta del cultivo en producción y que se caracterizan por factores biofísicos de largo plazo relativamente estables.

Las zonas agroecológicas resultan de combinar la información agroclimática correspondiente a 33 grupos homogéneos de suelos (GHS: ordenados con base en estudios detallados de suelos en escala 1:10,000) y seis grupos de humedad (GH: conformados de acuerdo con el balance hídrico regional al 75% de exceso y las características de permeabilidad de los suelos).

Para identificar las zonas agroecológicas se usa una nomenclatura que consta de un número inicial seguido de una 'H' intermedia y un número final; por ejemplo: 11H3. En la nomenclatura, el número inicial identifica el GHS (1 a 33), mientras que la letra H y el número final identifican el GH (0 a 5). Así, la zona agroecológica 11H3 reúne los suelos clasificados en el grupo homogéneo de suelos N.º 11, en áreas donde prevalecen las condiciones de humedad características del grupo de humedad N.º 3.



## Grupos de suelos del valle del río Cauca

En el estudio detallado de suelos realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac) en 2006 se identificaron 238 suelos o consociaciones de suelos. Los suelos fueron clasificados hasta el nivel de familia textural de acuerdo con la taxonomía del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por su sigla en inglés). En Colombia se utiliza el sistema norteamericano, el cual incluye seis categorías: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie. Los suelos identificados en el valle del río Cauca pertenecen a los órdenes Mollisol, Vertisol, Inceptisol, Alfisol, Entisol, Ultisol e Histosol (**apéndice técnico 1**).

En la agrupación de los suelos elaborada con el fin de orientar su manejo para la caña de azúcar, de los 238 suelos se tuvieron en cuenta 235, al considerar que tres carecen de importancia agronómica. Los 235 suelos, pertenecientes a 35 familias texturales, se ordenaron en 12 grupos homogéneos de familias texturales de acuerdo con su similitud e importancia, determinadas por el número de suelos por familia y por el área que ocupan.

Para la conformación de los grupos de suelos se tuvieron en cuenta en primer lugar las familias que presentan características homogéneas, y posteriormente se adicionaron las familias mezcladas o contrastantes que tienen similitudes con las familias homogéneas. Además de los grupos de familias texturales identificados se incluyeron los registros del estudio detallado de suelos acerca del régimen de humedad (tres regímenes: ústico, údico y ácuico), la profundidad efectiva del suelo (dos niveles: superficial y desde moderadamente profundo hasta profundo) y la posición geomorfológica.

A continuación se explica cada factor: familia textural, régimen de humedad, profundidad efectiva y posición geomorfológica.

## Familia textural

La textura del suelo se refiere al contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arcilla, el limo y la arena, que incide en la mayor o menor facilidad con que se puede trabajar el suelo, en la cantidad de agua y aire que retiene y en la velocidad con que el agua penetra y se difunde en el suelo.

La familia textural está definida por los porcentajes de arcilla, limo y arena que se encuentran en la sección control del perfil del suelo, complementados con la presencia de fragmentos más gruesos que la arena como constituyentes del suelo.

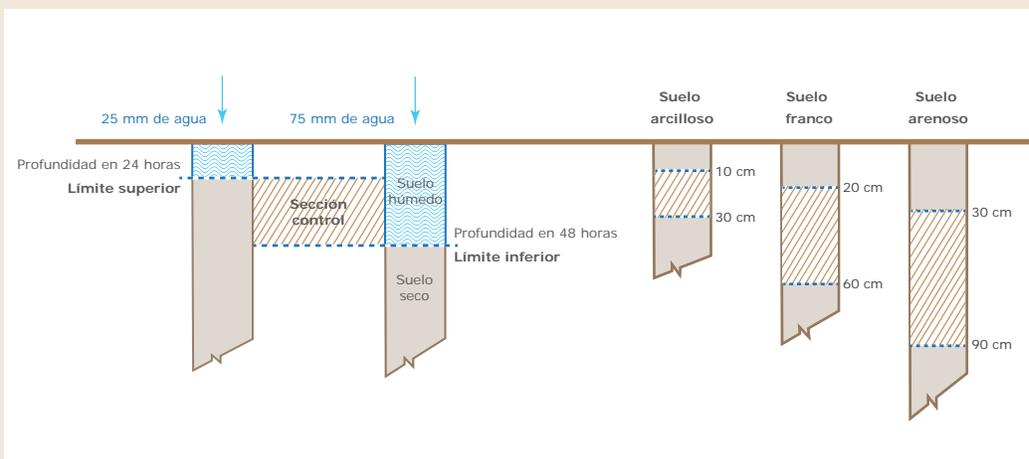
En el estudio detallado de suelos se detectaron 35 familias texturales, de las cuales 13 son homogéneas y 22 son mezcladas o contrastantes, formadas por una secuencia de horizontes o capas de texturas diferentes que influyen en el manejo del suelo.

La familia textural es el primer factor utilizado en la conformación de los grupos homogéneos de suelos.

Para estimar la textura del suelo en el campo se frota una masa pequeña de suelo húmedo entre los dedos, y la forma como fluye permite apreciar su plasticidad y consecuentemente suponer la cantidad de arcilla, limo y arena que contiene el suelo (**figura 1, apéndices técnicos 2 y 3**).

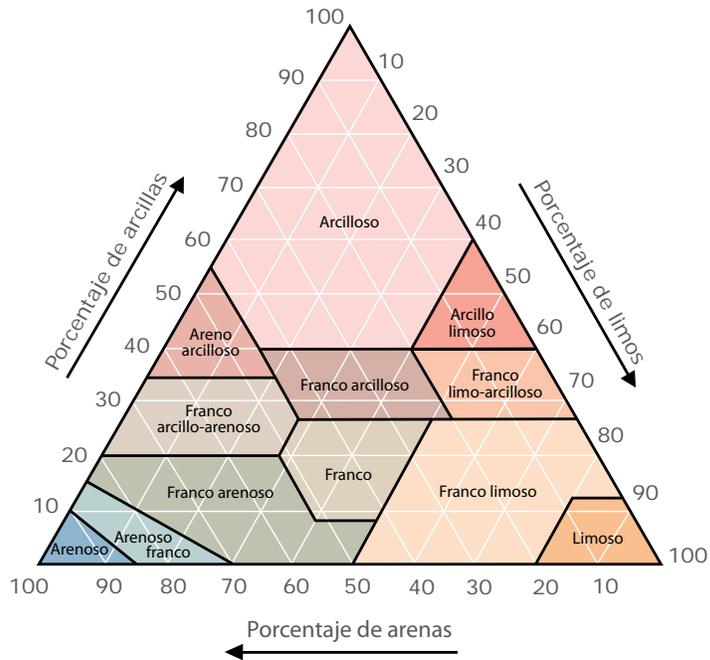
### Sección control del perfil del suelo

La sección control está ubicada aproximadamente entre los 25 cm y los 100 cm de profundidad del suelo. Específicamente relacionada con la humedad del suelo, es la sección comprendida entre la profundidad alcanzada en 24 horas al humedecer el suelo seco (tensión >15 bares) con una lámina de agua de 25 mm (límite superior) y la alcanzada en 48 horas con una lámina de 75 mm (límite inferior). La profundidad de la sección control varía según la textura del suelo (USDA, 2003).



Triángulo de clases texturales desarrollado por el USDA para identificar la textura del suelo con base en los porcentajes de arcilla, limo y arena determinados en el análisis mecánico.

**Figura 1.**



### Partículas minerales del suelo clasificadas según su tamaño

Las partículas minerales del suelo clasificadas de acuerdo con su tamaño se conocen comúnmente como agregados del suelo (USDA, 2003).

- Las arenas son ásperas y se presentan como partículas individuales; cuando están húmedas, al apretarlas en la palma de la mano forman una masa continua que se disgrega fácilmente al tocarla.
- Los limos tienen la apariencia de talco o harina; en húmedo son moderadamente plásticos y pegajosos.
- Las arcillas son muy finas y se perciben como una masa suave, muy plástica y pegajosa en húmedo y permiten la formación de rollos y tiras largas de suelo.
- Los suelos de textura franca tienen una proporción muy balanceada de arenas, limos y arcillas y son blandos, sueltos, algo suaves y ligeramente plásticos en húmedo. Se pueden amasar en la mano sin que se disgreguen.

Separados del suelo	Diámetro de las partículas (mm)
Arena muy gruesa	1.00 - 2.00
Arena gruesa	0.50 - 1.00
Arena mediana	0.25 - 0.50
Arena fina	0.10 - 0.25
Arena muy fina	0.05 - 0.10
Limos	0.002 - 0.05
Arcillas	< 0.002

- La denominación de la característica textural del suelo está determinada por la mayor proporción de una fracción con respecto a las otras dos. Ejemplo: arcillo-arenoso (mayor proporción de arcilla que de arena y muy poco limo); franco arenoso (el suelo tiene arcilla, limo y arena, pero un poco más de arena).

Como se mencionó antes, para la conformación de los grupos de suelos se tuvieron en cuenta en primer lugar las familias texturales que presentan características homogéneas (**cuadro 1**) y posteriormente se adicionaron las familias mezcladas o contrastantes que tienen similitudes con las familias homogéneas. Se conformaron así grupos homogéneos de familias texturales (**cuadro 2**), como factor importante para definir los GHS.

**Cuadro 1.** Familias texturales homogéneas en los suelos del valle del río Cauca.

Descripción
<b>Fragmental:</b> en la masa del suelo de la sección control predominan las piedras, los guijarros, las gravas y aun la arena gruesa.
<b>Esquelética arenosa:</b> fragmentos con diámetro mayor que 2 mm constituyen el 35% o más del volumen total de la masa del suelo de la sección control. En el suelo predomina la fracción arena.
<b>Esquelética franca:</b> fragmentos de roca mayores que 2 mm constituyen el 35% o más del volumen de la masa del suelo. La fracción menor que 2 mm corresponde a la clase franca.
<b>Esquelética arcillosa:</b> fragmentos de roca mayores que 2 mm constituyen el 35% o más del volumen de la masa del suelo. La fracción menor que 2 mm es arcillosa.
<b>Arenosa:</b> la masa del suelo es arenosa o arenosa franca y contiene menos del 50% de arena muy fina, mientras los fragmentos de roca constituyen menos del 35% en volumen.
<b>Franca:</b> la masa del suelo es arenosa muy fina, franca o franca arenosa muy fina, pero contiene menos del 35% de arcilla y menos del 35% de fragmentos de roca en volumen.
<b>Franca gruesa:</b> con respecto al peso de la masa del suelo de la sección control, el 15% o más corresponde a partículas de arena fina (0.25 mm a 0.1 mm) o más gruesas, incluidos fragmentos de 75 mm de diámetro y con menos del 18% de arcilla.
<b>Franca fina:</b> con respecto al peso de la masa del suelo, el 15% o más corresponde a partículas de arena fina (0.25 mm a 0.1 mm), incluidos fragmentos con diámetro de 75 mm o más y contenidos de arcilla entre el 18% y el 34% (menos del 30% en Vertisoles).
<b>Limosa gruesa:</b> con respecto al peso de la masa del suelo, menos del 15% corresponde a partículas de arena fina (0.25 mm a 0.1 mm), incluidos fragmentos de 75 mm de diámetro y menos del 18% de arcilla.
<b>Limosa fina:</b> menos del 15% de las partículas son arena fina (0.25 mm a 0.1 mm), incluidos fragmentos de 75 mm de diámetro y entre 18% y 34% de arcilla (menos de 30% en Vertisoles).
<b>Arcillosa:</b> contiene más del 35% de arcilla en peso y los fragmentos son menores que 35% en volumen.
<b>Arcillosa fina:</b> entre el 35% y el 59% de la masa del suelo está constituida por arcilla (entre 30% y 59% en Vertisoles).
<b>Arcillosa muy fina:</b> contenidos de arcilla en el 60% o más de la masa del suelo.

**Cuadro 2.** Grupos homogéneos de familias texturales.

N.º	Familias texturales por grupo	Abreviaturas*	Área	
			(ha)	(%)
1	Muy fina	Armf	22,854	10.54
2	Fina	Arf	79,816	36.82
3	Franca fina. Franca fina sobre arcillosa. Franca	Ff - Ff/Ar - F	68,671	31.68
4	Limosa fina. Limosa fina sobre arcillosa. Limosa gruesa	Lf - Lf/Ar - Lg	8,423	3.89
5	Franca gruesa. Mezclada	Fg - Mezclada	11,674	5.39
6	Arenosa. Arenosa sobre arcillosa. Arenosa sobre franca. Esquelética arenosa. Esquelética franca. Franca gruesa sobre arenosa	A - A/Ar - A/F - EA - EF - Fg/A	5,966	2.75
7	Arcillosa sobre arenosa. Arcillosa sobre franca	Ar/A - Ar/F	5,682	2.62
8	Arcillosa sobre esquelética. Arcillosa sobre esquelética arcillosa. Arcillosa sobre esquelética franca	Ar/E - Ar/E Ar - Ar/EF	2,875	1.33
9	Esquelética arcillosa. Esquelética arcillosa sobre esquelética arenosa. Esquelética arcillosa sobre esquelética franca	E Ar - E Ar/EA - EAr/EF	931	0.43
10	Franca fina sobre arenosa. Franca fina sobre esquelética arenosa. Franca fina sobre esquelética franca. Franca fina sobre fragmental	Ff/A - Ff/EA - Ff/EF - Ff/fragm	8,918	4.11
11	Esquelética franca sobre arcillosa. Franca gruesa sobre arcillosa. Franca gruesa sobre limosa	EF/Ar - Fg/Ar - Fg/L	545	0.25
12	Franca gruesa sobre esquelética arenosa. Franca gruesa sobre esquelética franca. Franca gruesa sobre fragmental. Fragmental	Fg/EA - Fg/EF - Fg/fragm - fragm	410	0.19
Total			216,765	100.00

\* Ar: arcillosa; A: arenosa; E: esquelética; F: franca; fragm: fragmental; f: fina; g: gruesa; L: limosa; mf: muy fina.

## Régimen de humedad del suelo

El segundo factor utilizado para la conformación de los grupos homogéneos de suelos es el régimen de humedad del suelo.

El régimen de humedad del suelo se refiere a la presencia de agua aprovechable en el suelo entre el punto de marchitez y el punto de saturación, determinada mediante observaciones en la sección control del perfil durante períodos específicos del año.

El régimen de humedad es representativo del clima edáfico y está relacionado con el drenaje natural del suelo y con otras propiedades de los suelos tales como la saturación de bases y la reacción o pH; representa la repercusión del clima externo en el perfil del suelo y en sus manifestaciones relacionadas con las características, propiedades y aptitudes del suelo.

De acuerdo con el estudio detallado de suelos, en el valle del río Cauca ocurren tres regímenes de humedad: ústico, údico y ácuico.

En el área sembrada con caña de azúcar predomina el régimen de humedad ústico, seguido del ácuico y del údico. Para el cultivo de la caña de azúcar es importante el manejo en el régimen de humedad ácuico, dado que el exceso de humedad afecta tanto el desarrollo de la planta como las labores agrícolas.

**Ústico** (Del latín *ustus*, quemado, seco).

Se caracteriza porque en la sección control del perfil el suelo se presenta seco parcialmente o en su totalidad durante 90 días acumulativos o más en años de régimen climático normal, o está seco en alguna parte por más de 180 días acumulativos o por 90 días consecutivos.



Suelo Corintias (CT)  
Régimen de humedad  
ústico

**Údico** (Del latín *udus*, húmedo).

Es aquel en el cual en la sección control del perfil el suelo no se presenta seco en ninguna de sus partes durante un período de 90 días acumulativos en años de régimen climático normal.



Suelo Tortugas (TT)  
Régimen de humedad  
údico

**Ácuico** (Del latín *aqua*, agua).

Se caracteriza por una saturación del suelo por agua freática o agua de la zona capilar durante un lapso de pocos días, lo cual implica ausencia de oxígeno. Ocurre en condiciones de drenaje natural pobre y muy pobre.



Suelo Guabito (GB)  
Régimen de humedad  
ácuico

## Profundidad efectiva del suelo

La profundidad efectiva del suelo se seleccionó como el tercer factor para la conformación de los grupos homogéneos de suelos por su importancia para el desarrollo de la caña de azúcar.

Se define como la profundidad hasta donde pueden penetrar las raíces de las plantas en busca de agua y de nutrientes, sin obstáculos físicos ni químicos. Los obstáculos o limitaciones que encuentran las raíces para penetrar son: capas endurecidas, rocas, agua en exceso, presencia de horizontes argílicos o compactos, ocurrencia de algunos cambios texturales abruptos, presencia de fragmentos gruesos y contenidos excesivos de sales, sodio y aluminio, entre otros.

Es oportuno anotar que existe una buena correlación entre: régimen ácuico, drenaje pobre y profundidad efectiva superficial. Por esta razón, cuando se mejora el drenaje y cesan las condiciones reductoras, retorna el oxígeno y se incrementa apreciablemente la profundidad efectiva para el crecimiento de las raíces de las plantas.

### Categorías

En relación con la profundidad efectiva se establecieron dos categorías: suelos profundos y suelos superficiales.

- **Suelos profundos.** Se incluyeron tanto los suelos profundos como los moderadamente profundos. Los criterios para esta decisión se basaron en el hecho de que el sistema radical de la caña de azúcar se presenta a menos de un metro de profundidad en la mayoría de los suelos del valle del río Cauca, y en que, por definición, las raíces alcanzan profundidades que varían entre 50 cm y 100 cm en los suelos moderadamente profundos y mayores que 100 cm en los suelos profundos.
- **Suelos superficiales.** Son aquellos con profundidad efectiva menor que 50 cm. Para efectos de la agrupación, los suelos moderadamente profundos y con régimen de humedad ácuico fueron clasificados como superficiales.

## Posición geomorfológica

La geomorfología estudia las formas del relieve terrestre y su evolución como producto de los procesos que han venido actuando a lo largo del tiempo geológico hasta la actualidad. Los paisajes y los tipos de relieve son el resultado de la integración entre los materiales (rocas y depósitos no consolidados) y los procesos (endógenos y exógenos) en el tiempo.

Desde el punto de vista de los levantamientos edafológicos, la geomorfología cumple un papel muy importante en la delineación de las principales unidades agrológicas, y su caracterización se hace con base en la descripción de los paisajes, tipos de relieve, formas del terreno, pendientes, materiales parentales y el clima. El valle del río Cauca presenta una estructura de tipo graben y está limitado en sus dos flancos por fallas regionales que cruzan

por los piedemontes de las cordilleras Central al oriente y Occidental al oeste. Este valle tiene una configuración amplia hacia el sur y se va estrechando gradualmente hacia el norte por efectos tectónicos.

Los sedimentos que rellenaron el graben del valle del río Cauca fueron depositados inicialmente en un ambiente marino, posteriormente en un ambiente lacustre y finalmente en un ambiente continental, luego de fuertes perturbaciones tectónicas y sucesivos cambios, lo que determinó la configuración geomorfológica actual del valle.

Los depósitos aluviales están asociados a los principales ríos y quebradas que cruzan por los flancos de las cordilleras Central y Occidental. Los mayores depósitos corresponden a los abanicos aluviales localizados sobre el piedemonte del flanco occidental de la cordillera Central (entre Buga y Florida) y del flanco oriental de la cordillera Occidental, en el sector sur de la ciudad de Cali.

Debido a las características del relieve, casi plano, en el valle del río Cauca las pendientes son suaves y la mayoría se encuentra hasta un 3% hacia los ápices y entre 0% y 1% sobre la planicie aluvial. En consecuencia, es difícil separar o diferenciar las formas del terreno que se encuentran inmersas en la zona plana del valle, dada la acción antrópica ejercida sobre su parte plana, donde la construcción de obras de adecuación de las tierras y la nivelación de terrenos han disturbado las formas del terreno que eran fáciles de diferenciar como los albardones, napas y cubetas de la planicie aluvial, y también los cuerpos y partes distales de los abanicos del piedemonte, que se confunden con la planicie aluvial del río Cauca.

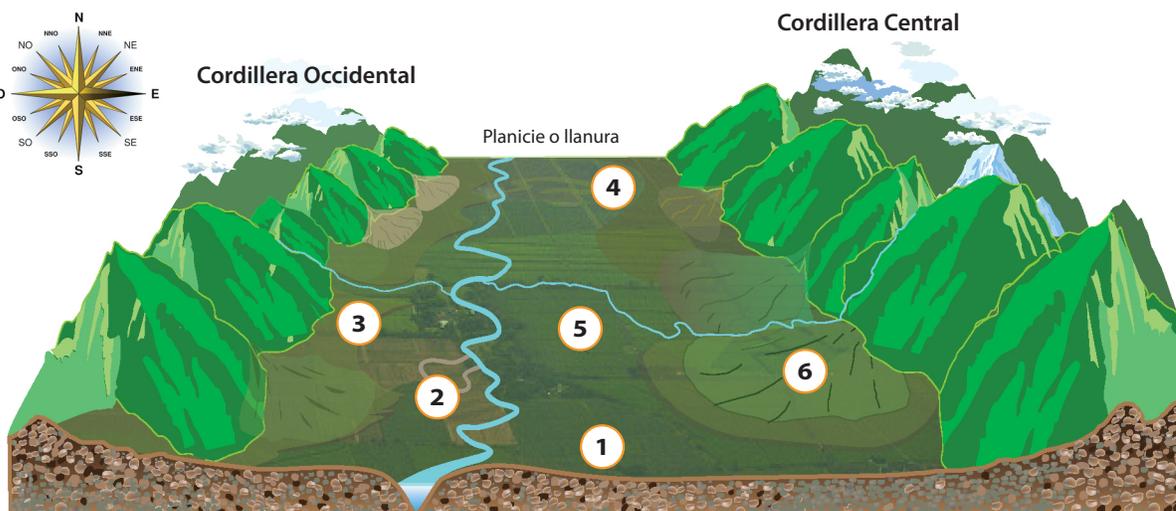
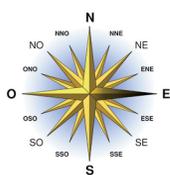
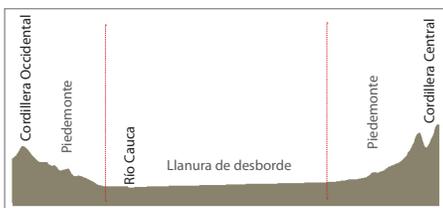
### Criterios para la descripción del paisaje

La descripción de las diferentes geoformas encontradas en el estudio detallado de suelos realizado en el valle del río Cauca (Igac, 2006) está acorde con trabajos de campo realizados previamente por edafólogos y reconocedores, y complementada con la metodología jerarquizada de Alfred Zinck (1987). De acuerdo con las anteriores consideraciones, en el estudio detallado de suelos se adoptaron dos criterios importantes:

- La jerarquización de las formas del terreno según su ubicación sobre los flancos de las cordilleras Central y Occidental y hasta la planicie aluvial del río Cauca. La mayoría de los abanicos presentan un ápice, un cuerpo y una parte distal o pie. Sobre las áreas de los piedemontes se encuentran también cubetas, napas, albardones, meandros y cauces abandonados, pertenecientes a los antiguos sistemas de drenaje que circulan cerca de la planicie aluvial del río Cauca.
- El análisis de los tipos de relieve encontrados a lo largo del valle del río Cauca. Dentro del valle principal se encuentran los siguientes tipos de relieve y formas de terreno: terrazas aluviales asociadas al río Cauca y sus afluentes, diques o albardones, explayamientos, napas, cubetas, vallecitos, cauces abandonados, especialmente en el área de influencia de la llanura aluvial de desborde de los ríos tributarios del río Cauca (**figura 2, apéndice técnico 4**).

## Paisaje del valle del río Cauca

Corte geomorfológico del valle del río Cauca



### Formas del paisaje

1. Llanura de desborde
2. Cauce abandonado
3. Plano de terraza
4. Lecho colmatado
5. Vallecito
6. Abanico

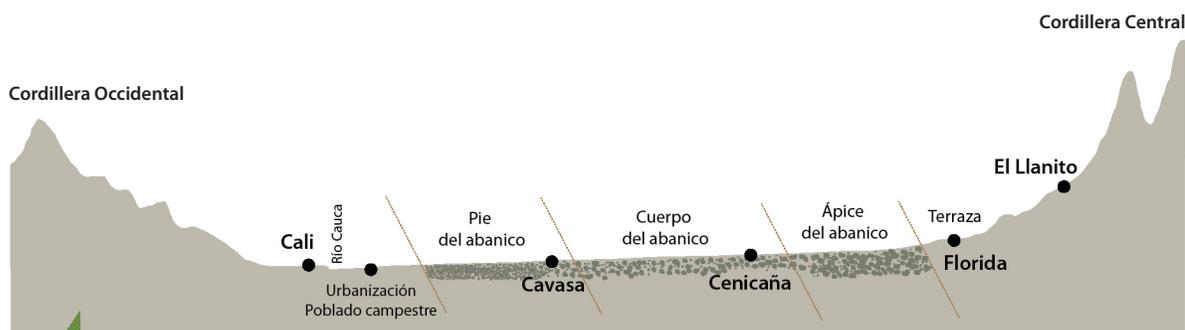
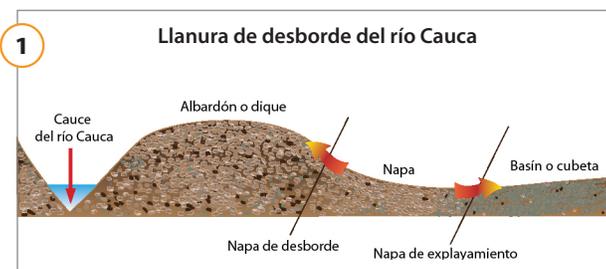
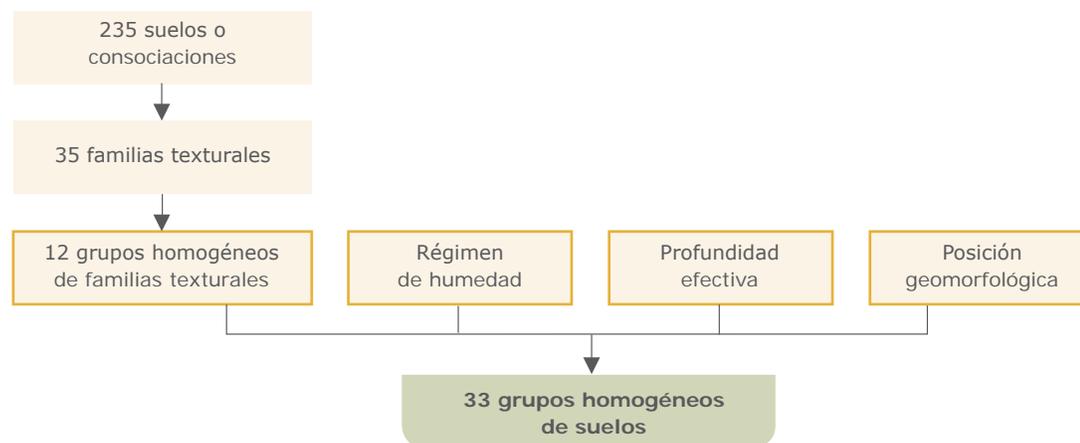


Figura 2.

Geomorfología del valle del río Cauca.

## Conformación de los grupos homogéneos de suelos

Para la conformación de los grupos homogéneos de suelos se relacionaron cuatro factores determinantes (**figura 3**): grupos homogéneos de familias texturales derivados de 235 consociaciones de suelos (**apéndice técnico 5**), régimen de humedad, profundidad efectiva del suelo y posición geomorfológica. En el proceso de agrupamiento se obtuvieron 33 grupos homogéneos de suelos (**cuadro 3**).



**Figura 3.**

Factores determinantes en la conformación de grupos homogéneos de suelos.

**Cuadro 3.**

Grupos homogéneos de suelos y factores determinantes de diferenciación para su conformación.

Grupos homogéneos de suelos (GHS)	Grupos homogéneos de familias texturales	Factores determinantes de diferenciación
1 - 5	1	Régimen humedad y profundidad
6 - 10	2	Régimen humedad y profundidad
11 - 14	3	Régimen humedad y profundidad
15 - 17	4	Régimen humedad y profundidad
18 - 20	5	Régimen humedad y profundidad
21 - 22	6	Profundidad
23 - 25	7	Régimen humedad y profundidad
26 - 28	8	Régimen humedad y profundidad
29	9	Ninguno (forma un grupo)
30 - 31	10	Profundidad
32	11	Ninguno (forma un grupo)
33	12	Ninguno (forma un grupo)

En el **cuadro 4** se relacionan las características principales de los 33 grupos homogéneos de suelos en concordancia con la familia textural, el régimen de humedad, la profundidad efectiva, el perfil del suelo, la posición geomorfológica y las limitaciones fundamentales que pueden afectar el manejo agronómico de la caña de azúcar en cada grupo. Se indican los órdenes de suelo y, entre paréntesis, la cantidad de consociaciones de cada orden.

**Cuadro 4.** Grupos homogéneos de suelos, órdenes de suelos y sus características principales.

Grupo de suelos (N.º)	Orden (N.º suelos)	Características principales de los grupos homogéneos de suelos
1	Vertisoles (3) Mollisoles (1) Inceptisoles (1) Ultisoles (1)	Suelos de textura muy fina, secos, profundos o moderadamente profundos, agrietados al secarse, ubicados principalmente en el cuerpo y el pie de abanicos. El suelo Ultisols está en plano de terraza. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
2	Alfisoles (2) Mollisoles (1) Ultisoles (1)	Suelos de textura muy fina, secos, profundos y moderadamente profundos con grietas en épocas secas, ubicados entre el pie y el ápice de abanicos. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
3	Inceptisoles (4) Mollisoles (1) Vertisoles (1)	Suelos de textura muy fina, húmedos, profundos y moderadamente profundos, ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos aluviales y planos de terraza. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
4	Alfisoles (1) Inceptisoles (1)	Suelos de textura muy fina, húmedos, superficiales, ubicados en el pie de abanicos y planos de terraza. Limitados por poca profundidad efectiva y escasez de macroporos y encharcamientos en época lluviosa.
5	Vertisoles (6) Inceptisoles (4) Alfisoles (1)	Suelos de textura muy fina, ácuicos, superficiales, ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos, cubetas de desborde y planos de terraza que se encharcan en épocas lluviosas. Limitados por escasa profundidad y encharcamientos periódicos.
6	Mollisoles (8) Inceptisoles (6) Vertisoles (5)	Suelos de textura fina, secos, profundos y moderadamente profundos que se agrietan al secarse, ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos, planos de terraza y llanuras de desborde. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
7	Alfisoles (3) Mollisoles (2) Ultisoles (2) Entisoles (1) Inceptisoles (1) Vertisoles (1)	Suelos de textura fina, secos, superficiales, con capas arcillosas compactas subsuperficiales, agrietados al secarse y ubicados en el ápice, el cuerpo y el pie de abanicos y terrazas. Limitados por poca profundidad efectiva y escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
8	Inceptisoles (7) Vertisoles (3) Mollisoles (1)	Suelos de textura fina, húmedos, profundos o moderadamente profundos, ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos, cubetas de desborde y planos de terrazas. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
9	Alfisoles (3) Mollisoles (1) Inceptisoles (1)	Suelos de textura fina, húmedos, superficiales, con presencia de horizontes subsuperficiales de acumulación de arcilla y ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos y planos de terraza. Limitados por escasa profundidad y permeabilidad baja.
10	Inceptisoles (5) Vertisoles (3) Mollisoles (1) Alfisoles (1)	Suelos de textura fina, ácuicos, superficiales, muy pobremente drenados y ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos y en cubetas de desborde. Limitados por escasa profundidad y encharcamientos periódicos.

Continúa

**Cuadro 4.** Continuación.

Grupo de suelos (N.º)	Orden (N.º suelos)	Características principales de los grupos homogéneos de suelos
11	Mollisoles (18) Inceptisoles (6) Vertisoles (2) Entisoles (2) Alfisoles (1)	Suelos de texturas franca fina y franca fina sobre arcillosa, secos, profundos o moderadamente profundos, bien drenados o moderadamente drenados y ubicados en el cuerpo y el ápice de abanicos y en napas de desborde de la llanura aluvial.
12	Histosoles (1) Mollisoles (1)	Suelos de texturas franca y franca fina, secos, superficiales, ubicados en napas de desborde y en cuerpo de abanicos. Tienden a ser ácuicos por niveles freáticos superficiales. Limitados por escasa profundidad y encharcamientos en época lluviosa.
13	Inceptisoles (3) Mollisoles (1)	Suelos de textura franca fina, húmedos, profundos o moderadamente profundos, bien drenados, ubicados en napas de desborde y planos de terraza.
14	Inceptisoles (2) Mollisoles (1) Vertisoles (1)	Suelos de textura franca fina, ácuicos, superficiales, ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos, cubetas de desborde y terrazas. Limitados por drenaje interno pobre, nivel freático superficial y encharcamientos periódicos.
15	Mollisoles (8) Inceptisoles (4) Vertisoles (1)	Suelos de textura limosa fina principalmente, secos, profundos o moderadamente profundos, bien drenados y ubicados en el cuerpo de abanicos y en napas de explayamiento y de desborde. Limitados por permeabilidad mediana a lenta.
16	Inceptisoles (1)	Suelos de textura limosa fina, húmedos tendiendo a ácuicos, moderadamente profundos, pobremente drenados y ubicados en napas de desborde. Limitados por encharcamientos periódicos y acidez alta.
17	Inceptisoles (2) Mollisoles (2)	Suelos de texturas limosa fina y franca gruesa sobre arcillosa, ácuicos, superficiales, muy pobremente drenados, ubicados en el pie de abanicos y cubetas y napas de desborde. Limitados por escasa profundidad y encharcamientos periódicos.
18	Inceptisoles (6) Mollisoles (6) Entisoles (1)	Suelos de textura franca gruesa, secos, profundos o moderadamente profundos, bien drenados y ubicados en albardones, explayamientos de desborde y en el cuerpo y el pie de abanicos. Limitados por permeabilidad muy rápida.
19	Entisoles (2)	Suelos de textura franca gruesa, secos, superficiales, ubicados en cauces abandonados y llanuras de desborde del río Cauca y tributarios. Limitados por permeabilidad muy rápida.
20	Mollisoles (2) Inceptisoles (1)	Suelos de textura franca gruesa, ácuicos, superficiales y ubicados en cauces abandonados y napas de desborde. Limitados por escasa profundidad y encharcamientos en época lluviosa.
21	Mollisoles (5) Inceptisoles (2) Entisoles (1)	Suelos de texturas arenosa, franca gruesa sobre arenosa, esquelética franca o arenosa sobre arcillosa, secos, profundos y moderadamente profundos, ubicados en napas de desborde y albardones. Limitados por baja retención de humedad.
22	Mollisoles (5) Entisoles (4) Inceptisoles (2)	Suelos de texturas esquelética franca, esquelética arenosa, arenosa sobre franca o esquelética franca sobre arcillosa, secos, superficiales, bien drenados, ubicados en napas de desborde, ápice y cuerpo de abanicos, albardones y cauces abandonados. Limitados por escasa profundidad y fragmentos rocosos.

Continúa

**Cuadro 4.** Continuación.

Grupo de suelos (N.º)	Orden (N.º suelos)	Características principales de los grupos homogéneos de suelos
23	Mollisoles (3) Inceptisoles (4) Vertisoles (3)	Suelos de texturas arcillosas sobre franca y arcillosa sobre arenosa, secos, profundos o moderadamente profundos y ubicados en el cuerpo y el pie de abanicos y napas de desborde. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
24	Mollisoles (1)	Suelos de textura arcillosa sobre franca, secos, superficiales, moderadamente drenados y ubicados en el cuerpo de abanicos. Limitados por escasa profundidad y escasez de macroporos en la superficie.
25	Inceptisoles (2) Vertisoles (1)	Suelos de textura arcillosa sobre franca, ácuicos, superficiales, muy pobremente drenados y ubicados en cubetas de desborde y el cuerpo de abanicos. Limitados por niveles freáticos superficiales y drenaje interno.
26	Inceptisoles (2) Mollisoles (1) Vertisoles (1)	Suelos de texturas arcillosa sobre esquelética arcillosa, arcillosa sobre esquelética franca o arcillosa sobre esquelética, secos, profundos o moderadamente profundos, bien drenados o moderadamente drenados, ubicados en el cuerpo y el ápice de abanicos aluviales. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.
27	Mollisoles (2) Ultisoles (1)	Suelos de textura arcillosa sobre esquelética arcillosa, secos, superficiales, con capas arcillosas compactas subsuperficiales, agrietados al secarse y ubicados en el ápice de abanicos aluviales y planos de terraza. Limitados por escasa profundidad y permeabilidad lenta.
28	Alfisoles (1)	Suelos de textura arcillosa sobre esquelética arcillosa, húmedos, superficiales, ubicados en planos de terraza. Limitados por la presencia de capas arcillosas compactas subsuperficiales y pedregosidad.
29	Mollisoles (4)	Suelos de texturas esquelética arcillosa, esquelética arcillosa sobre esquelética franca, esquelética arcillosa sobre esquelética arenosa, secos, superficiales, bien drenados y ubicados en el cuerpo y el ápice de abanicos y explayamientos de desborde. Limitados por abundantes fragmentos rocosos.
30	Mollisoles (13) Inceptisoles (4)	Suelos de texturas franca fina sobre arenosa, franca fina sobre esquelética arenosa, franca fina sobre esquelética franca o franca fina sobre fragmental, secos, profundos o moderadamente profundos, bien drenados y ubicados en el ápice y el cuerpo de abanicos aluviales y napas de desborde. Limitados por fragmentos rocosos subsuperficiales.
31	Mollisoles (3) Entisoles (1)	Suelos de texturas franca fina sobre esquelética arenosa, franca fina sobre esquelética franca o franca fina sobre fragmental, secos y superficiales, bien drenados, ubicados en el ápice y el cuerpo de abanicos aluviales, albardones, vallecitos y cauces abandonados. Limitados por fragmentos rocosos subsuperficiales.
32	Mollisoles (4)	Suelos de texturas franca gruesa sobre arcillosa o franca gruesa sobre limosa, secos, moderadamente profundos, bien drenados y ubicados en napas de desborde y en el cuerpo y el pie de abanicos aluviales. Limitados por permeabilidad subsuperficial lenta.
33	Mollisoles (5) Entisoles (1)	Suelos de texturas franca gruesa sobre esquelética franca, franca gruesa sobre esquelética arenosa, franca gruesa sobre fragmental o fragmental, secos, moderadamente profundos, excesivamente drenados y ubicados en el cuerpo y el ápice de abanicos aluviales, lechos colmatados y napas de desborde. Limitados por abundantes fragmentos rocosos y baja retención de humedad.

# Autoevaluación de conocimientos

## Grupos homogéneos de suelos



### Objetivo

Facilitar a los participantes un instrumento de autoevaluación para que ellos mismos verifiquen qué tanto han aprendido acerca de las características que definen los grupos homogéneos de suelos (GHS) conformados con base en los estudios detallados realizados en el valle del río Cauca.



### Orientaciones para el facilitador

- Entregue a los participantes el cuestionario de autoevaluación de conocimientos y coménteles acerca de su propósito, destacando que no tiene carácter calificativo.
- Infórmeles que el tiempo para responderlo no será mayor que 15 minutos y que una vez todos los participantes hayan completado el cuestionario se abrirá una charla participativa de retroinformación.
- Prepare los recursos didácticos que considere pertinentes para la retroinformación. Revise las orientaciones que aparecen después del cuestionario.

# Grupos homogéneos de suelos

Apreciado participante:

Este cuestionario tiene por objetivo que usted mismo identifique su nivel de conocimientos acerca de la conformación de los GHS, después de la capacitación sobre la materia. Las respuestas son una referencia personal de autoevaluación, por lo tanto no tienen carácter calificativo.

**Autoevaluación de  
conocimientos**

Página: 1 de 2

Día

Mes

Año

Nombre (opcional)

**Instrucciones:** las preguntas son del tipo de respuesta única. Marque con 'X' la opción que considere correcta en cada caso. Al finalizar registre los datos en la hoja de respuestas y espere las indicaciones del facilitador para continuar. Tiene 15 minutos para responder el cuestionario.

**1. ¿Cuántos grupos de familias texturales y grupos homogéneos de suelos (GHS) fueron considerados en la agrupación de suelos del valle del río Cauca?**

- a.  35 y 12      b.  12 y 33      c.  33 y 10      d.  6 y 10

**2. El régimen de humedad ústico es aquel en el cual:**

- a.  El suelo se encuentra saturado por agua freática durante pocos días.  
b.  Las condiciones de drenaje natural del suelo son pobres o muy pobres.  
c.  En la sección control del perfil el suelo no se presenta seco en un período de 90 días acumulativos en años normales.  
d.  En la sección control del perfil el suelo está parcial o totalmente seco durante 90 días acumulativos o más días en años normales.

**3. En orden de importancia, ¿cuáles fueron los factores tenidos en cuenta para conformar los grupos homogéneos de suelos (GHS)?**

- a.  Familia textural y régimen de humedad.  
b.  Familia textural, régimen de humedad, profundidad y posición geomorfológica.  
c.  Régimen de humedad, profundidad y familia textural.  
d.  Profundidad, familia textural y régimen de humedad.

## Grupos homogéneos de suelos

### Autoevaluación de conocimientos

Página: 2 de 2

4. En el cultivo de caña de azúcar los suelos moderadamente profundos se encuentran:

- a.  Entre 30 cm y 50 cm de profundidad
- b.  Entre 50 cm y 100 cm de profundidad
- c.  Entre 100 cm y 150 cm de profundidad
- d.  A más de 150 cm de profundidad

5. ¿Cuántos son los grupos homogéneos de suelos conformados para la cuarta aproximación de la zonificación agroecológica del cultivo de la caña de azúcar?

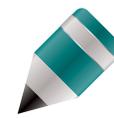
- a.  9
- b.  35
- c.  12
- d.  33

6. ¿Cuáles son las principales formas de terreno encontradas en el valle del río Cauca?

- a.  Abanicos, lechos abandonados, vallecitos y basines.
- b.  Albardones, terrazas, napas de desborde, pie de abanicos.
- c.  Abanicos, cauces abandonados, lechos colmatados, llanuras de desborde, terrazas, vallecitos.
- d.  Ápice de abanicos, pie de abanicos, cuerpo de abanico y cubetas de desborde.

### Hoja de respuestas

Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
1		
2		
3		
4		
5		
6		



## Autoevaluación de conocimientos: Grupos homogéneos de suelos

### Orientaciones para la retroinformación

Al finalizar el tiempo concedido para responder el cuestionario, el facilitador compartirá con los participantes las respuestas correctas a las preguntas formuladas, y si lo considera pertinente dará explicaciones adicionales sobre los temas relacionados con cada pregunta y motivará a los participantes a identificar errores y aciertos en sus respuestas.

### Respuestas correctas al cuestionario



#### Pregunta 1

- b. En el valle del río Cauca fueron considerados 12 grupos de familias texturales y 33 grupos homogéneo de suelos (GHS).

#### Pregunta 2

- d. El régimen de humedad ústico ocurre cuando en la sección control del perfil el suelo está parcial o totalmente seco durante 90 días acumulativos o más días en años normales.

#### Pregunta 3

- b. En orden de importancia, los factores tenidos en cuenta para conformar los grupos homogéneos de suelos (GHS) fueron: familia textural, régimen de humedad, profundidad y posición geomorfológica.

#### Pregunta 4

- b. En los cultivos de caña de azúcar los suelos moderadamente profundos se encuentran a una profundidad entre 50 cm y 100 cm desde la superficie del suelo.

#### Pregunta 5

- d. Un total de 33 grupos homogéneos de suelos fueron conformados para la cuarta aproximación de la zonificación agroecológica del cultivo de la caña de azúcar.

#### Pregunta 6

- c. Las principales formas de terreno encontradas en el valle del río Cauca son: abanicos, cauces abandonados, lechos colmatados, llanuras de desborde, terrazas, vallecitos.



## Grupos de humedad

Los grupos de humedad identifican zonas caracterizadas por la interacción entre los niveles de exceso o déficit de humedad, determinados por el balance hídrico regional calculado con una probabilidad de precipitación de 75% y la permeabilidad *in situ* del suelo.

### Balance hídrico regional

El balance hídrico (BH) de una región se define como el balance o la diferencia entre la precipitación y la evaporación, de forma que integra los diferentes parámetros del clima (Torres *et al.*, 2004). Cuando se aplica a un cultivo específico, la evaporación se reemplaza por la evapotranspiración actual del cultivo y así se identifican las zonas con déficit o con exceso de humedad.

En la actualización del BH regional del valle del río Cauca se analizaron series de datos de precipitación mensual correspondientes a más de quince años de registros tomados en 216 estaciones pluviométricas operadas por distintas entidades: ingenios azucareros, Corporación Autónoma Regional de Valle del Cauca (CVC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam); Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) y Cenicaña.

Para el cálculo del balance hídrico la precipitación se determinó con una probabilidad de exceso de 75%, que se interpreta también como el valor mínimo de precipitación que se obtendría en 7.5 años en un período de 10 años; es decir que solamente en 2.5 años de 10 es probable que ocurran eventos de precipitación menores que el valor esperado.

### Cálculo de la probabilidad de exceso al 75% de la precipitación media anual

El cálculo se realiza con base en los datos de la precipitación media anual de los últimos 10 años o más, definidos a partir de mediciones diarias en el pluviómetro de influencia en la suerte.

Los valores anuales se ordenan de mayor a menor y luego se numeran, de forma que el valor más alto se ubica en la primera posición y el más bajo, en la última.

Finalmente, el número de cada posición se divide entre el número total de años y este valor se multiplica por cien para obtener el porcentaje de probabilidad de exceso al 75% de la precipitación media anual en el periodo indicado.

En el ejemplo (ver cuadro), el valor de precipitación más próximo a la probabilidad de 75% se encuentra en medio de las posiciones 7 y 8 (1053 mm en promedio), por lo cual se espera

que en 7.5 años de la década siguiente (2013-2023) la precipitación media anual sea superior a ese promedio (75% de exceso) y que en 2.5 años sea inferior.

Con respecto al valor ubicado en la primera posición (1564 mm) la probabilidad de exceso es de 10%; se espera que en nueve años la media anual esté por debajo de ese promedio, y que en un año alcance dicho valor o lo supere.

Posición (N°.)	Año	Precipitación (mm)	Probabilidad (%)
1	2003	1564	10
2	2009	1300	20
3	2012	1148	30
4	2005	1145	40
5	2010	1112	50
6	2004	1086	60
7	2007	1079	70
8	2006	1028	80
9	2011	1020	90
10	2008	1005	100

La evapotranspiración\* constituye un componente importante del ciclo hidrológico y del balance del agua en la Tierra. Se estima que el 70% del agua total recibida por una zona (precipitación) es devuelta a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración.

Para el cálculo de la evapotranspiración en el valle del río Cauca se utilizaron datos diarios de 10 años o más de la evaporación abierta medida en el tanque clase A, registrados en estaciones meteorológicas administradas por la CVC, el Ideam, el Ciat y Cenicaña. Se usaron también los valores de evaporación media mensual calculados de modo indirecto en once estaciones de la red meteorológica automatizada (RMA) con base en la ecuación definida por Cenicaña (Peña *et al.*, 2006). Esta ecuación incorpora los datos diarios de radiación solar, oscilación de la temperatura del aire, velocidad media del viento y humedad relativa del aire registrados en las estaciones automáticas. Al analizar las series de datos se estimó la evaporación media diaria en años normales (probabilidad de ocurrencia del 50%). Para obtener los valores de evapotranspiración se multiplicaron los valores de evaporación por el coeficiente de cultivo para caña de azúcar en el valle del río Cauca determinado por Cenicaña:  $K_c=0.7$ .

## Permeabilidad del suelo

La permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire, y está relacionada directamente con la textura y la estructura del suelo. Mientras más permeable sea el suelo, mayor será su capacidad de infiltración. Así, los suelos arenosos tienen alta capacidad de infiltración y su conductividad es total; su aptitud para mantener la humedad es poca y la percolación se produce fácil y rápidamente (**cuadro 5, apéndice técnico 6**).

**Cuadro 5.** Permeabilidad de diferentes suelos de acuerdo con la textura.

Suelo	Textura	Permeabilidad
Arcilloso	Fina	Baja
Limoso	Moderadamente fina / moderadamente gruesa	Media
Arenoso	Gruesa	Alta

## Conformación de los grupos de humedad

La combinación entre el balance hídrico regional de cada zona y la permeabilidad del suelo dio pie para definir la existencia de seis grupos de humedad en el valle del río Cauca. Para ello se utiliza la letra 'H', que indica humedad, seguida del número 0 para el grupo más seco y el 5 para el más húmedo (**cuadro 6**).

La descripción general de los seis grupos de humedad expresada en términos de déficit o exceso de humedad y de la permeabilidad del suelo entre baja y alta y algunas consideraciones de manejo general de cada grupo se detalla en el **cuadro 7**.

\* La evapotranspiración es el proceso por el cual el agua se mueve desde el suelo y las plantas hacia la atmósfera. Tiene dos componentes: la transpiración, que es el movimiento del agua a través de las plantas hacia la atmósfera, y la evaporación, que es el movimiento del vapor de agua desde el suelo y las áreas con vegetación.

**Cuadro 6.** Ordenamiento de los grupos de humedad.

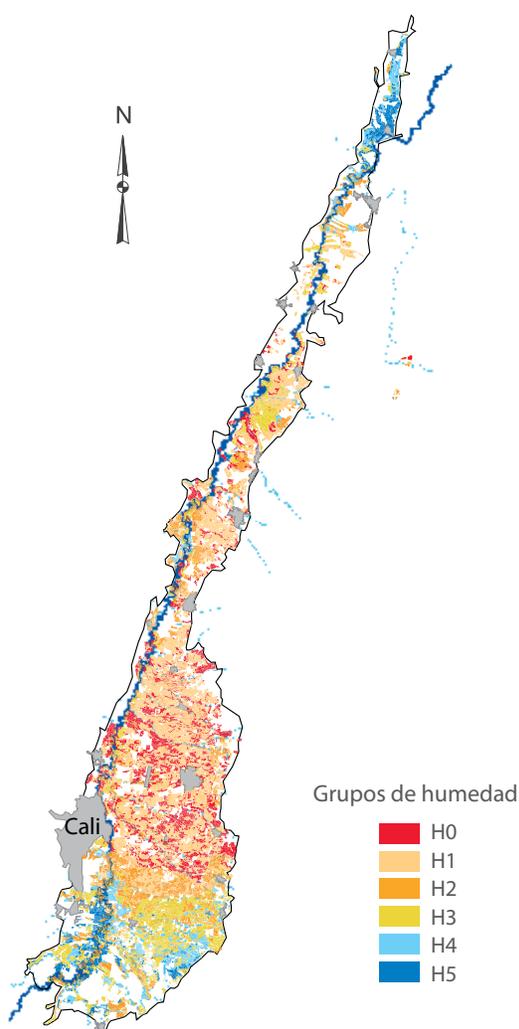
Balance hídrico (nivel de humedad) (mm/año)	Permeabilidad del suelo		
	Baja	Media	Alta
Muy alto (>600)	H5	H5	H4
Alto (400 - 600)	H4	H3	H3
Medio (200 - 400)	H3	H2	H2
Bajo (0-200)	H2	H1	H1
Déficit (<0)	H1	H0	H0

**Cuadro 7.** Grupos de humedad conformados para el área plana del valle del río Cauca.

<b>H0</b> Déficit de humedad	Corresponde a zonas con déficit de humedad y permeabilidad del suelo de media a alta, donde con frecuencia hay presencia de sales. Es necesario evitar los niveles freáticos superficiales por los riesgos de salinización de estos suelos. La instalación de drenaje subterráneo puede estar ligada a la recuperación de suelos salinos y/o sódicos.
<b>H1</b> Humedad normal	En este grupo se incluyen las áreas con exceso de humedad inferior a 200 mm/año y permeabilidad del suelo media a alta, así como aquellas áreas en donde, a pesar de presentar déficit de humedad, pueden ocurrir encharcamientos debido a la poca pendiente del terreno o por tener suelos de permeabilidad baja. En este grupo son convenientes la nivelación y el aporque.
<b>H2</b> Nivel de exceso de humedad bajo	Áreas con exceso de humedad entre 200 mm/año y 400 mm/año y suelos con permeabilidad media a alta; así mismo, incluye áreas con nivel bajo de excesos (menor que 200 mm/año) y suelos de permeabilidad baja. Es conveniente el aporque, contar con campos bien nivelados y un sistema adecuado de canales de drenaje.
<b>H3</b> Nivel de exceso de humedad medio	Este grupo incluye áreas con exceso de humedad entre 400 mm/año y 600 mm/año y suelos de permeabilidad media a alta, y áreas con un exceso entre 200 mm/año y 400 mm/año con suelos de permeabilidad baja. Es aconsejable la nivelación de precisión, usar canales colectores profundos para evacuar excesos de agua de escorrentía, instalar drenajes entubados en caso necesario y trazar drenes topos en los suelos de permeabilidad baja. Además, es conveniente una dosis suplementaria de nitrógeno de acuerdo con el análisis de fertilidad del suelo y el estado del cultivo, aporque alto y siembra de variedades que toleren la humedad.
<b>H4</b> Nivel de exceso de humedad alto	Incluye áreas con exceso de humedad superior a 600 mm/año con suelos de permeabilidad alta, y también áreas con excesos entre 400 mm/año y 600 mm/año en donde predominan los suelos arcillosos de permeabilidad baja y relieve plano. En estos sitios es deseable la nivelación de precisión, surcos cortos (menores que 120 m de longitud), sistema de drenaje entubado combinado con drenaje topo, canales colectores abiertos y profundos y el uso de sistema de bombeo de aguas de drenaje en sitios con limitaciones para su evacuación por gravedad. También es conveniente el aporque alto, la siembra en el lomo de los surcos, siembra de variedades que toleren la humedad, aplicación suplementaria de nitrógeno de acuerdo con el análisis de fertilidad del suelo y el estado del cultivo. La cosecha debe realizarse sólo en periodos secos.
<b>H5</b> Nivel de exceso de humedad muy alto	Áreas con exceso de humedad superior a 600 mm/año en donde predominan los suelos arcillosos con permeabilidad baja a media y relieve plano. En este grupo es aun más conveniente la nivelación de precisión, surcos cortos (menores que 120 m de longitud). Es aconsejable un sistema de canales abiertos para el drenaje subterráneo combinados con drenajes topo. También se deben usar sistemas de canales colectores profundos, estaciones para el bombeo de aguas de drenaje interno y superficial en sitios con limitaciones para la evacuación por gravedad. Se justifica además el aporque alto, la siembra en el lomo de los surcos, siembra de variedades que toleren la humedad, aplicación suplementaria de nitrógeno de acuerdo con el análisis de fertilidad del suelo y el estado del cultivo. La cosecha debe ser manual y sólo en los periodos secos.

## Verificación del grupo de humedad

Al combinar el balance hídrico regional, el déficit o el exceso de agua (mm/año) que afecta cada zona y la permeabilidad de los suelos, se identificaron en el valle del río Cauca zonas desde muy secas hasta muy húmedas, las cuales fueron clasificadas en seis grupos de humedad. Sin embargo, se pueden presentar variaciones en la clasificación en cada unidad productiva, debidas principalmente a alteraciones en las condiciones de drenaje por la presencia o no de niveles freáticos superficiales, por la pendiente del terreno o por la existencia o no de infraestructura de drenaje, las cuales pueden hacer variar la condición de humedad determinada inicialmente. Al verificar en el campo la presencia (o ausencia) de signos de mal drenaje y su profundidad, la existencia de nivel freático y su profundidad y la pendiente del terreno se debe introducir un ajuste al grupo de humedad.



**Signos de mal drenaje.** Los signos de mal drenaje se pueden observar mediante cateos realizados en el suelo a por lo menos 150 cm (1.5 m) de profundidad, y se identifican por la presencia de gleysados y moteados en el perfil del suelo. En los suelos que los presentan es importante realizar estudios del nivel freático para la instalación de sistemas eficientes de drenaje.

**Profundidad de los signos de mal drenaje.** Los signos de mal drenaje influyen en el desarrollo del cultivo según la profundidad a la cual se encuentren.

Para seleccionar la profundidad del signo de mal drenaje se utilizan los siguientes rangos:

- Superficial: entre 0-50 cm
- Medianamente profundo: entre 50-80 cm
- Profundo: mayor que 80 cm

**Pendiente del terreno.** La pendiente del terreno influye en su drenaje superficial. Cuanta más pendiente, menos probabilidad de encharcamientos y más facilidad para evacuar los excesos de agua. Se puede medir en el campo mediante niveles de precisión o niveles de mano, o se puede calcular a partir de los planos con las curvas de nivel.

Para seleccionar la pendiente del terreno se utilizan los siguientes rangos:

- Bajo: entre 0-0.3%
- Medio: entre 0.3-0.7%
- Alto: mayor que 0.7%

Cuando los moteados en el perfil del suelo están a una profundidad menor que 50 cm, el grupo de humedad inicial asciende una categoría (pasa, por ejemplo, de H0 a H1 y así sucesivamente hasta H5). En sitios donde se presentan gleysados en el perfil a una profundidad menor que 50 cm el grupo de humedad asciende dos categorías (H0 a H2...). Donde se encuentran gleysados entre 50-80 cm el grupo de humedad asciende una categoría (H0 a H1...). En sitios con pendiente mayor que 1% el grupo de humedad desciende una categoría (H5 a H4...) (**figura 4**).

### Los principales signos de mal drenaje son:



#### **Gleysados**

Son signos de mal drenaje presentes en suelos con saturación de agua. Se caracterizan por una coloración gris, azul o verde, como una prueba de la reducción de hierro y otros elementos. Su presencia en el perfil del suelo en niveles superficiales y medianamente profundos (0-120 cm) afecta de forma negativa el desarrollo de la caña, por la dificultad que tiene la planta para llevar a cabo sus procesos fisiológicos debido a la presencia permanente de agua.



#### **Moteados**

Son manchas rojas o amarillentas distintas al color predominante del suelo. Se deben a oxidaciones o reducciones incompletas y a condiciones de aireación y drenaje. Por sus características sobresalen los jaspeados o marmóreos, en donde aparecen bandas de diferentes colores: grisáceos, amarillentos y rojizos. Los moteados (o moteaduras) son un buen indicador para determinar hasta qué profundidad ha subido el nivel freático.



## Zonas agroecológicas (cuarta aproximación)

Las zonas agroecológicas para el cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca resultan de combinar la información agroclimática correspondiente a los grupos homogéneos de suelos y los grupos de humedad identificados en la región azucarera con base en estudios detallados de los suelos, el clima y el cultivo, y su interacción en función del desarrollo y la productividad de las variedades de caña de azúcar. La nomenclatura de las zonas agroecológicas está definida por un número inicial entre 1 y 33 (identifica el GHS) seguido de la letra 'H' unida a un número entre 0 y 5 (identifica el GH).

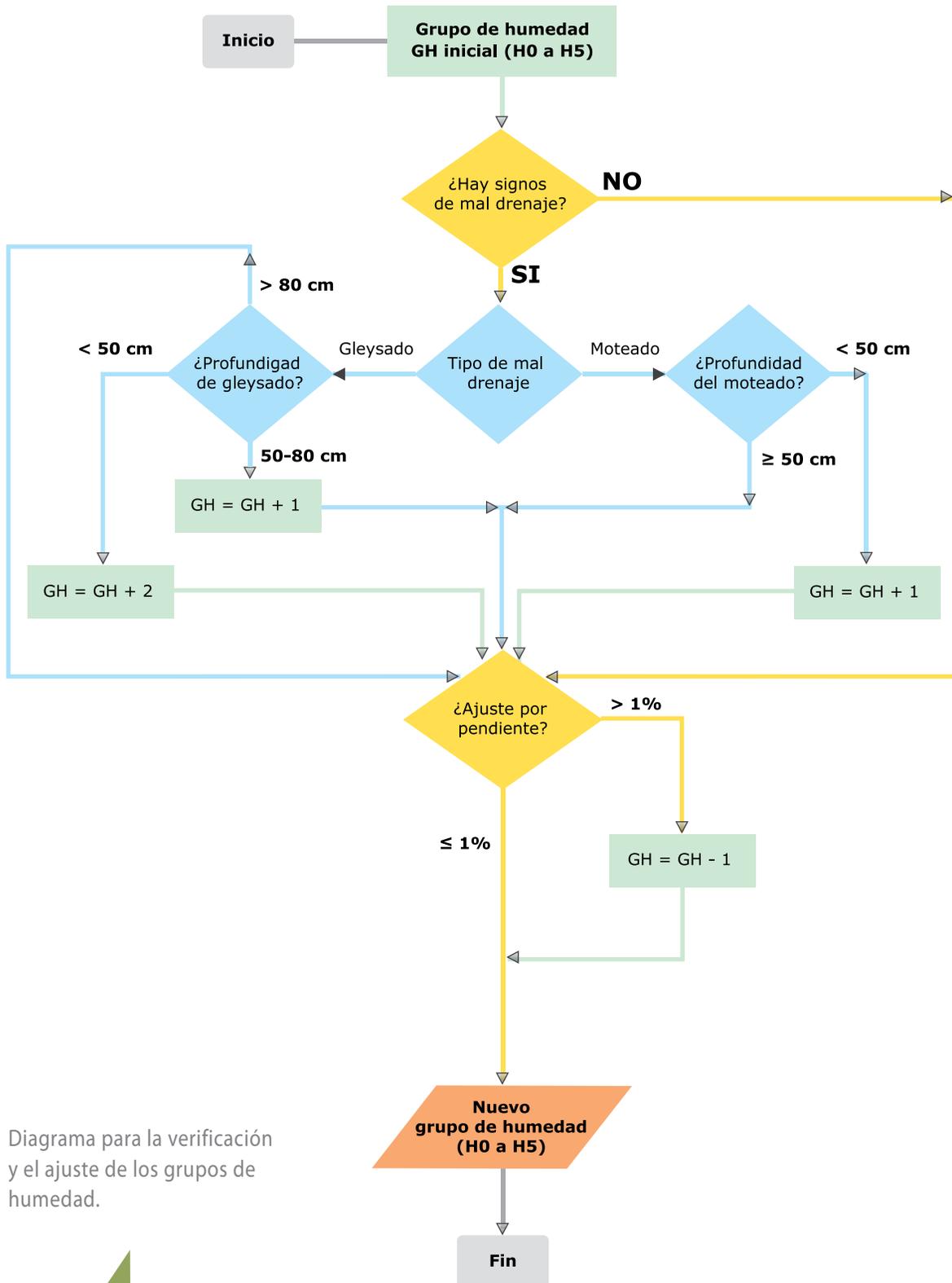


Diagrama para la verificación y el ajuste de los grupos de humedad.

**Figura 4.**

# Autoevaluación de conocimientos

## Grupos de humedad



RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

## Objetivo

Facilitar a los participantes un instrumento de autoevaluación para que ellos mismos verifiquen qué tanto han aprendido acerca de las características que definen los grupos de humedad (GH) conformados para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.



## Orientaciones para el facilitador

- Entregue a los participantes el cuestionario de autoevaluación de conocimientos y coménteles acerca de su propósito, destacando que no tiene carácter calificativo.
- Infórmeles que el tiempo para responderlo no será mayor que 15 minutos y que una vez todos los participantes hayan completado el cuestionario se abrirá una charla participativa de retroinformación.
- Prepare los recursos didácticos que considere pertinentes para la retroinformación. Revise las orientaciones que aparecen después del cuestionario.

## Grupos de humedad

Apreciado participante:

Este cuestionario tiene por objetivo que usted mismo identifique su nivel de conocimientos acerca de la conformación de los GH, después de la capacitación sobre la materia. Las respuestas son una referencia personal de autoevaluación, por lo tanto no tienen carácter calificativo.

**Autoevaluación de conocimientos**

Página: 1 de 1

Día Mes Año

Nombre (opcional)

**Instrucciones:** las preguntas son del tipo de respuesta única. Marque con 'X' la opción que considere correcta en cada caso. Al finalizar registre los datos en la hoja de respuestas y espere las indicaciones del facilitador para continuar. Tiene 15 minutos para responder el cuestionario.

- ¿Cuál es el grupo de humedad que presenta excesos de precipitación de más de 600 mm por año y permeabilidad alta del suelo?**

a.  H5      b.  H3      c.  H4      d.  H2
- ¿Cuál de los siguientes grupos de humedad corresponde con el nivel de humedad (BH) alto?**

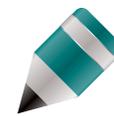
a.  H0      b.  H4      c.  H1      d.  H5
- Cuando una suerte clasificada en el grupo H3 tiene pendiente mayor que 1%, ¿en qué grupo quedaría clasificada?**

a.  Aumenta a H4      b.  Disminuye a H2  
 c.  Permanece igual      d.  Ninguna de las anteriores
- ¿Cómo se reconoce el signo de mal drenaje gleysado?**

a.  Presenta coloraciones grises, azules o verdes en el suelo  
 b.  Presenta manchas rojas o amarillas distintas al color predominante del suelo

### Hoja de respuestas

Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
1		
2		
3		
4		



## Autoevaluación de conocimientos: Grupos de humedad

### Orientaciones para la retroinformación

Al finalizar el tiempo concedido para responder el cuestionario, el facilitador compartirá con los participantes las respuestas correctas a las preguntas formuladas, y si lo considera pertinente dará explicaciones adicionales sobre los temas relacionados con cada pregunta y motivará a los participantes a identificar errores y aciertos en sus respuestas.

### Respuestas correctas al cuestionario



#### Pregunta 1

- c. El grupo de humedad H4 presenta excesos de precipitación de más de 600 mm por año y permeabilidad alta del suelo.

#### Pregunta 2

- b. El grupo de humedad que corresponde con el nivel de humedad (BH) alto es H4.

#### Pregunta 3

- b. Cuando se verifica la condición de humedad de una suerte clasificada en el grupo H3 y ésta tiene pendiente mayor que 1%, el grupo de humedad disminuye a H2.

#### Pregunta 4

- a. El gleysado es un signo de mal drenaje que se reconoce por coloraciones grises, azules o verdes en el suelo.



## Criterios para seleccionar la zona agroecológica de mayor influencia en una suerte de caña

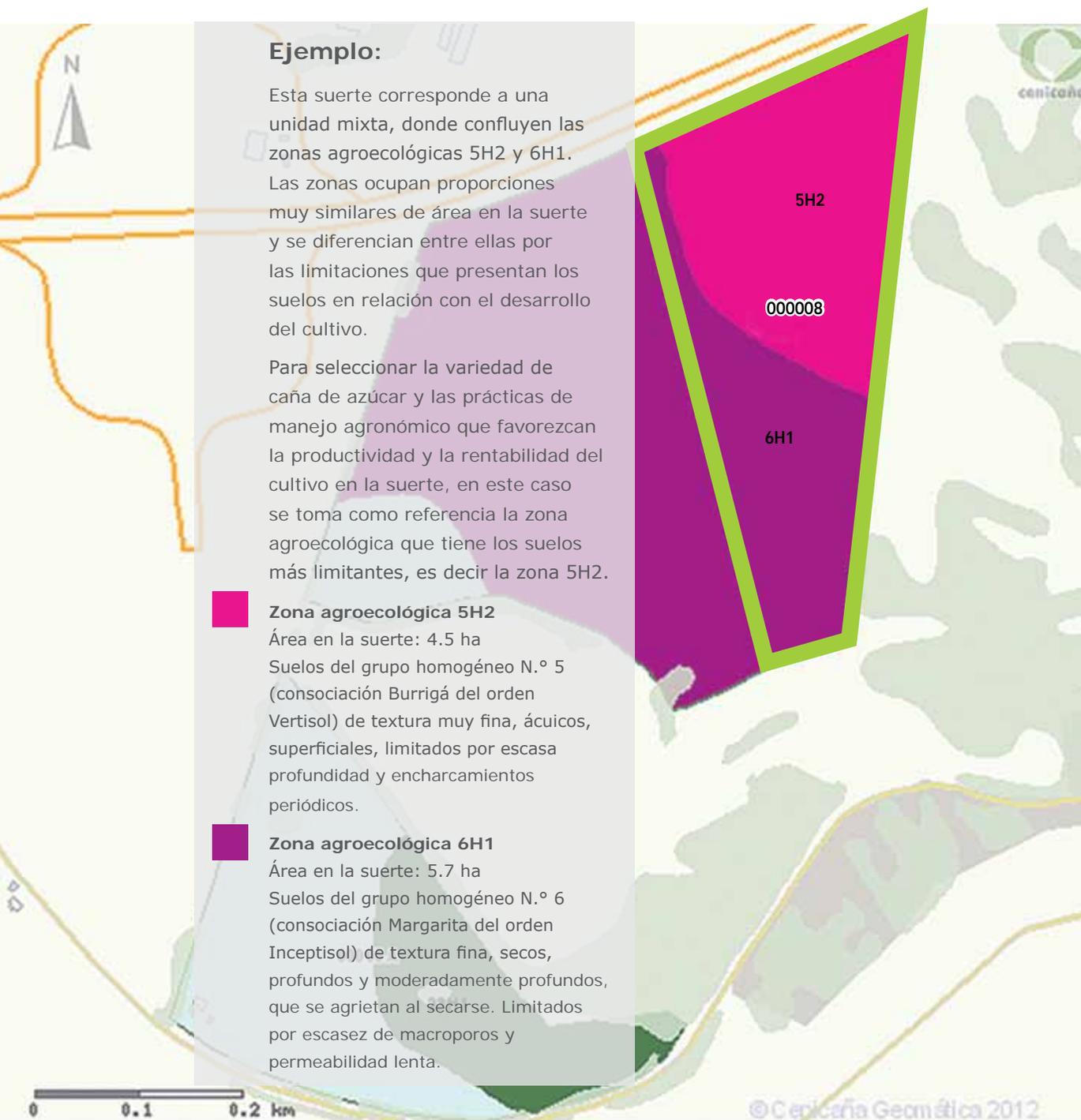
Dos criterios principales se tienen en cuenta al momento de tomar decisiones acerca de las variedades de caña de azúcar por sembrar y las prácticas de manejo agronómico por realizar en las suertes donde confluyen dos zonas agroecológicas o más, suertes que se identifican con el nombre de unidades mixtas.

- En las decisiones de adopción de tecnología lo común es tomar como referencia la zona que incluye el suelo dominante, es decir, el suelo que ocupa el mayor porcentaje de área.
- No obstante, en el caso de unidades mixtas donde al menos el 30-40% del área corresponde a suelos con limitaciones que pueden afectar significativamente la productividad de la variedad seleccionada para la siembra, la recomendación es analizar la conveniencia de tomar las decisiones de cultivo con referencia en la zona donde se encuentran los suelos más limitantes. Las limitaciones más notorias en los suelos del valle del río Cauca se describen a continuación. Un ejemplo al respecto se muestra en la página siguiente.

### Limitaciones más notorias de los suelos del valle del río Cauca

Las limitaciones más notorias de la mayoría de los suelos que conforman un determinado grupo homogéneo de suelos son:

- **Agrietamientos profundos en épocas secas** que causan rompimiento de raíces y pérdidas apreciables de agua de riego. Se relacionan con contenidos altos de arcillas expansivas.
- **Horizontes subsuperficiales argílicos** o de acumulación de arcilla relativamente cerca de la superficie del suelo que limitan su profundidad efectiva y el desarrollo del sistema radical del cultivo.
- **Niveles freáticos superficiales** que limitan la presencia de oxígeno en la zona de raíces y retardan significativamente el desarrollo del cultivo.
- **Encharcamientos en épocas lluviosas** relacionados con bajas permeabilidades y contenidos altos de arcilla, en combinación con precipitaciones pluviales altas que conducen a saturaciones de humedad, baja asimilación de nitrógeno y potasio principalmente y desarrollo muy restringido de la caña de azúcar.
- **Limitaciones químicas relacionadas con la presencia de sales** en el suelo o limitaciones relacionadas con alta acidez y baja fertilidad del suelo como consecuencia de bajas capacidades de intercambio catiónico propias de suelos degradados; también pueden estar relacionadas con la ubicación en planos de terrazas.



## Ejercicio 1

### Identifiquemos una zona agroecológica



RECURSO DIGITAL  
[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

## Objetivo

Al finalizar este ejercicio, los participantes estarán en capacidad de identificar la zona agroecológica de una suerte mediante el reconocimiento de los componentes que la definen y su interacción, con base en la metodología propuesta en la cuarta aproximación.

## Orientaciones para el facilitador

Para el desarrollo de este ejercicio el facilitador puede introducir las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con las condiciones particulares de interés.

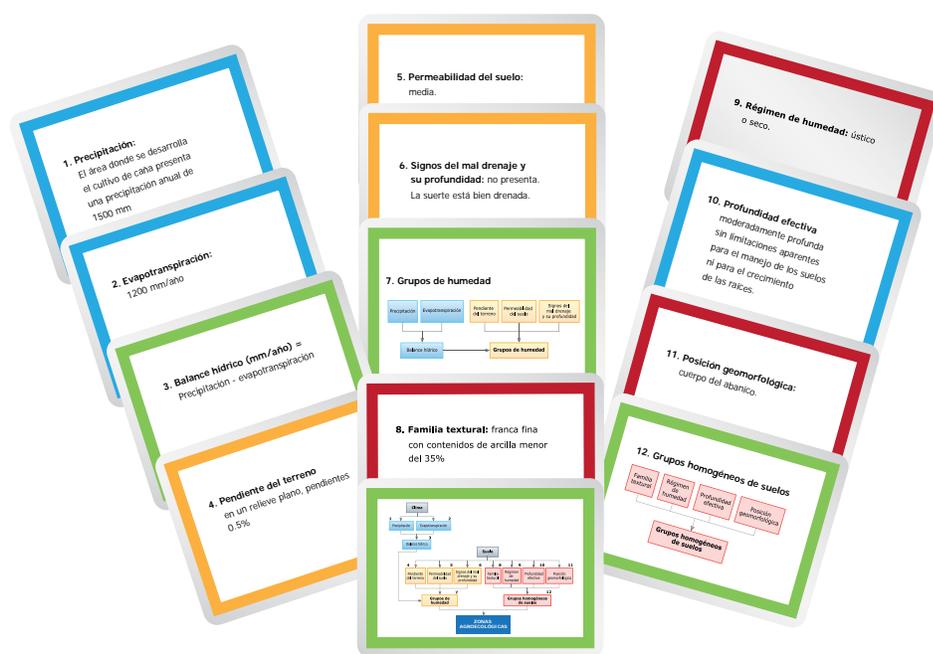
- Forme grupos de cuatro o cinco personas y explique a los participantes el objetivo del ejercicio. Cada grupo debe nombrar un relator.
- El tiempo estimado para el ejercicio es una hora y media (90 minutos). En los primeros 45 minutos cada grupo debe identificar la zona agroecológica que corresponde a la información entregada en las instrucciones y los materiales de trabajo (documentos y juego de tarjetas). Indíqueles que deben conservar los documentos para actividades futuras.
- En los 45 minutos finales modere una mesa redonda de retroinformación.



## Recursos necesarios

- Un salón con capacidad para 25 personas.
- Papelógrafo, computador, equipo de proyección y señalador (video beam y láser).
- Para cada grupo, un juego de tarjetas de colores (azul, amarillo, rojo, verde) con la información necesaria para desarrollar el ejercicio.
- Para cada participante, una copia de los documentos indicados en las instrucciones para los participantes: cuadros 1 a 7 (unidad de aprendizaje 1) y apéndice técnico 5.
- Papel y lápices.

Juego de trece tarjetas de colores con datos e información de referencia para resolver el ejercicio



Los materiales técnicos y didácticos para el ejercicio se encuentran en el sitio web [www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat) Consulte en el **apéndice didáctico 1** las indicaciones sobre cómo acceder a los recursos digitales.



# Ejercicio 1

## Identifiquemos una zona agroecológica

Día	Mes	Año
-----	-----	-----

1.5 horas



Página: 1 de 1

### Instrucciones para los participantes

**En grupos de cuatro a cinco personas, los participantes deben identificar la zona agroecológica de acuerdo con la información que les ha entregado el facilitador.**

Como guía para resolver el ejercicio deben usar los materiales de trabajo así:

- Con la información contenida en las tarjetas de color **rojo** deben identificar el grupo homogéneo de suelos, utilizando como referencia los cuadros 1, 2, 3 y 4 (unidad de aprendizaje 1) y el apéndice técnico 5.
- Con la información contenida en las tarjetas de colores **azul** y **amarillo** deben identificar el grupo de humedad, utilizando como referencia los cuadros 5, 6 y 7 y la figura 4 (unidad de aprendizaje 1).
- En las tarjetas de color **verde** se encuentra la información básica de apoyo para resolver el ejercicio (diagramas, cuadros y fórmulas).
- Con la identificación del grupo homogéneo de suelos y el grupo de humedad se obtiene la zona agroecológica.

El tiempo disponible para el ejercicio es una hora y media, incluidos 45 minutos de trabajo en grupo y 45 minutos de mesa redonda.

La zona agroecológica es:



## Ejercicio 1: Identifiquemos una zona agroecológica

### Orientaciones para la retroinformación

- ☉ El facilitador concede la palabra a los relatores de cada grupo para que expongan los resultados del ejercicio.
- ☉ Luego, en una mesa redonda, el facilitador propicia la discusión de los resultados obtenidos por los grupos de trabajo y promueve que los participantes expresen sus experiencias al participar en la actividad.

#### Los participantes deben expresar sus opiniones sobre:

- Cómo se deben interpretar los componentes de la zona agroecológica: familia textural, régimen de humedad, profundidad efectiva, posición geomorfológica y grupo de humedad.
- La importancia de identificar la zona agroecológica de una suerte.
- Los efectos de utilizar o no utilizar la tecnología de zonificación agroecológica; para qué sirve; cuál es su finalidad práctica.
- La facilidad de poner en práctica esta tecnología.

### Respuesta correcta al ejercicio



#### Zona agroecológica: 11H2

**Grupo homogéneo de suelos N.º 11:** está conformado por suelos de texturas franca fina y franca fina sobre arcillosa, con contenidos de arcilla menor del 35% en la sección control del perfil; distribuidos en el cuerpo y pie de los abanicos de la llanura aluvial de régimen údico, en las napas de desborde de la llanura de desborde del río Cauca y de sus tributarios y planos de terrazas de los mismos; en un relieve plano, de pendientes 0-1% en zonas de régimen de humedad ústico; moderadamente bien drenados y bien drenados; la profundidad efectiva, moderadamente profunda y profunda, sin limitaciones aparentes para el manejo ni para el crecimiento de las raíces. Constituyen este grupo las consociaciones San José (Alfisol); Villa Paz y Vega (Entisoles); Guabito, Jamaica, Villa, Micoarmel, Delicias y Diamante (Inceptisoles); Palmira, Manuelita, Guadual, Palmeras, Jordán, Sinaí, Franciscano, Manolo, Palmirita, Balta, Cábmulos, Inés, Escocia, Diana, La Cabaña, Guacarí, Rita y El Tetillo (Mollisoles); San Rafael y San Camilo (Vertisoles). Los suelos no presentan limitaciones para su manejo y no justifican labores como la subsolada para su preparación ni para el levantamiento de socas.

**Grupo de humedad N.º 2 (humedad baja):** áreas con exceso de humedad entre 200 mm/año y 400 mm/año y suelos con permeabilidad media a alta; así mismo, incluye áreas con nivel bajo de excesos (menor de 200 mm/año) y suelos de permeabilidad baja. Es conveniente el aporque, contar con campos bien nivelados y un sistema adecuado de canales de drenaje.

## Práctica 1

Verifiquemos una  
zona agroecológica  
en el campo



RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

### Objetivo

Al finalizar esta práctica los participantes estarán en capacidad de verificar en el campo la zona agroecológica identificada para una suerte, al reconocer el grupo homogéneo de suelos y el grupo de humedad que la caracterizan.

## Orientaciones para el facilitador

### Recomendaciones para seleccionar y adecuar el sitio de práctica

- Escoja una suerte recién preparada o cosechada.
- La suerte seleccionada debe estar ubicada cerca del salón donde se imparte la capacitación, para facilitar el traslado de los participantes. El salón será el sitio de reunión antes y después de la práctica de campo.
- Consulte en el servidor de mapas del sistema de información en web de Cenicaña la zona agroecológica reportada para la suerte de la práctica. Dicha zona debe ser representativa del área circundante.
- Verifique en el campo la zona agroecológica de la suerte, para asegurarse de que sea la reportada en el servidor de mapas.
- En la suerte seleccionada, identifique cinco sitios (uno por cada cinco participantes) y en cada uno excave una calicata o cajuela de observación de 80 cm x 80 cm y 1 m de profundidad. Las calicatas deben estar hechas antes de comenzar la práctica.

### Recomendaciones para desarrollar la práctica

A continuación se dan orientaciones específicas para el desarrollo de la práctica. No obstante, el facilitador puede introducir las modificaciones que crea necesarias de acuerdo con las condiciones particulares de cada sitio.

- En el salón de reuniones explique a los participantes el objetivo de la práctica.
- Forme grupos de cuatro o cinco personas según el número de asistentes y pídale a cada grupo de trabajo que nombre un relator.
- Suministre las instrucciones para desarrollar la práctica, los materiales de trabajo y demás recursos necesarios:
  - Verifique con los participantes que todos tengan los materiales de trabajo entregados en el ejercicio 1, particularmente los cuadros 1 a 7 (unidad de aprendizaje 1).
  - Entregue a cada participante una copia a color con las figuras 1, 2 y 4 (unidad de aprendizaje 1), y copias de los apéndices técnicos 2, 3, 4 y 6.
  - Entrégueles además la siguiente información de la suerte: mapa con indicaciones sobre la consociación de suelos y la zona agroecológica; pendiente del terreno para la verificación del grupo de humedad; y datos de precipitación y evaporación (mm/año) obtenidos con una probabilidad de exceso de 75% para el cálculo del balance hídrico de la suerte.
- Solicite a los participantes que verifiquen la zona agroecológica de la suerte de acuerdo con las instrucciones entregadas.



- ☉ Asegúrese de que el nivel de exceso o déficit de humedad de la suerte por verificar esté acorde con el resultado que se obtiene de la ecuación:

$$\text{Balance hídrico} = \text{precipitación} - \text{evapotranspiración}$$

Para calcular la evapotranspiración use la ecuación:

$$\text{Evapotranspiración} = \text{evaporación} * K$$

Para esta práctica use:  $K=0.7$

- ☉ Si la zona agroecológica no concuerda con la información suministrada, pídale que realicen la corrección necesaria.
- ☉ En una mesa redonda discuta los resultados obtenidos por los grupos de trabajo y sus experiencias al participar en la actividad. Consulte las orientaciones para la retroalimentación.
- ☉ Se ha estimado dos horas como el tiempo óptimo para la realización de esta práctica, incluida la mesa redonda. Sin embargo, es posible que de hecho algunos grupos se tomen un poco más de tiempo en el campo.

## Recursos necesarios

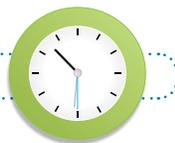
- Una suerte de caña con las condiciones requeridas para la práctica, donde se han excavado las calcatas necesarias, una por grupo de trabajo.
- Un salón de reuniones con capacidad para 25 personas, adecuado para celebrar la mesa redonda
- Para cada grupo: una pala, un palín, un barreno, un metro, un tarro de agua, papel y lápices.
- Para cada participante: una copia de las instrucciones y la información de la suerte, es decir, el mapa con la cartografía básica de la suerte, las consociaciones de suelos y las zonas agroecológicas; el porcentaje de la pendiente del terreno; la precipitación y la evaporación al 75% de exceso; las ecuaciones del balance hídrico y el factor  $K=0.7$ .

# Práctica 1

## Verifiquemos una zona agroecológica en el campo

Día Mes Año

2 horas



Página: 1 de 5

### Instrucciones para los participantes

En grupos de cuatro o cinco personas, los participantes deben verificar una zona agroecológica de acuerdo con la información de la suerte y los materiales suministrados por el facilitador. El tiempo óptimo para la práctica son dos horas, incluidos 90 minutos de verificación en el campo y 30 minutos de mesa redonda en el salón de reuniones.

Para verificar la zona agroecológica, cada grupo habrá de:



- **Reconocer la posición geomorfológica del sitio.** Para ello tiene que identificar la unidad de paisaje donde se encuentra ubicada la suerte, con base en la geomorfología del valle del río Cauca.
- **Reconocer en el campo las propiedades físicas del suelo** que identifican el grupo homogéneo de suelos (familia textural, régimen de humedad y profundidad efectiva) **e identificar el grupo de humedad** de acuerdo con el balance hídrico regional y las observaciones de permeabilidad del suelo, los signos de mal drenaje y la pendiente del terreno.

#### Documentos de referencia para desarrollar la práctica:

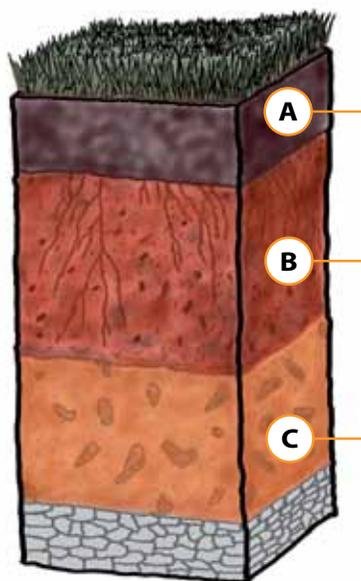
- Cuadros 1 a 7 y figuras 1, 2 y 4 (unidad de aprendizaje 1)
- Apéndices técnicos 2, 3, 4 y 6
- Información de la suerte entregada por el facilitador
- Contenido técnico incluido en estas instrucciones



Para comenzar, el grupo debe identificar en la calicata los horizontes del perfil del suelo.

## Horizontes del perfil del suelo

Adaptado de Casanova *et al.*, 2004



### Horizonte A

Corresponde al suelo superficial (suelo agrícola o suelo fértil). Con frecuencia presenta una coloración negra debido a su alto contenido de material orgánico en descomposición (humus), gran cantidad de raíces y seres vivos, lo cual lo convierte en una capa altamente fértil.

### Horizonte B

También llamado subsuelo. Está conformado por la acumulación de productos provenientes del horizonte A (materiales lavados, incluida la arcilla). A este horizonte pueden penetrar las raíces de algunas plantas al igual que el oxígeno atmosférico. Presenta una coloración más clara que la del horizonte A, debido a la ausencia de humus.

### Horizonte C

Es el que se encuentra sobre la roca madre; está conformado por roca en diferentes estados de meteorización.

Ahora debe reconocer las características que definen la zona agroecológica presente en la suerte de acuerdo con las instrucciones siguientes, al final de las cuales se encuentra la hoja de respuestas para el registro de las observaciones y conclusiones del grupo.

### Familia textural

La textura hace referencia a las diferentes proporciones de partículas de arena, arcilla y limo en el suelo. Cada clase de partícula tiene un tamaño diferente que va de fino (arcillas) a grueso (arenas). La capacidad que tiene el suelo para retener agua y nutrientes está determinada por su textura.

- **Identifique en el perfil la sección control.** Para esta práctica marque el límite superior a 25 cm de profundidad y el límite inferior a 100 cm, aproximadamente.
- **Evalúe la textura en cada horizonte de suelo presente en la sección control y determine la familia textural.** De cada horizonte tome en la palma de la mano alrededor de 25 gramos de suelo, agrégue unas gotas de agua y determine la familia textural siguiendo sus criterios agronómicos y las pautas del cuadro 1, la figura 1 y los apéndices técnicos 2 y 3.
- **Identifique el grupo homogéneo de familias texturales.** Luego de determinar la familia textural en la sección control del perfil, clasifíquela de acuerdo con el cuadro 2 para identificar el grupo homogéneo de familias texturales y así establecer los posibles grupos de suelos correspondientes a ese grupo homogéneo de familia textural (cuadro 3).

## Régimen de humedad

- Identifique en la sección control del perfil cuál de los tres regímenes de humedad está presente (ústico, údico o ácuico), de acuerdo con las características de cada uno, así:



**Suelo Corintias (CT)\***  
Régimen de humedad ústico

### Ústico

Los suelos con régimen de humedad ústico se caracterizan por ser secos y por presentar déficit de humedad y un color muy homogéneo.

**Suelo Tortugas (TT)\***  
Régimen de humedad údico



### Údico

En los suelos con este régimen se observa suficiencia de humedad. Generalmente se asocia con la distribución de lluvias (número de días con lluvia al año, no sólo la cantidad de lluvia al año). Se presentan con mucha frecuencia en la zona del río Frayle, hacia el sur del valle del río Cauca.



**Suelo Guabito (GB)\***  
Régimen de humedad ácuico

### Ácuico

Los suelos se caracterizan por presentar saturación por agua freática o agua de la zona capilar durante un lapso de pocos días, lo cual implica ausencia de oxígeno. Ocurre en condiciones de drenaje natural pobre y muy pobre y se observa el color del suelo con manchas o signos de mal drenaje: cuando está manchado de rojo, es señal de que el suelo estuvo mal drenado, y cuando está manchado de gris es señal de que el suelo está mal drenado. Los suelos ácuicos están presentes en el paisaje del valle del río Cauca, principalmente en las napas y basines.

**Una vez identificado el régimen de humedad y con la información del grupo de familia textural, identifique el posible GHS (cuadro 4). Registre las observaciones acerca de la profundidad efectiva del suelo y la posición geomorfológica de la suerte en el paisaje, y precise aun más GHS. Finalmente verifique las características que definen el grupo de humedad de influencia en la suerte.**

### Profundidad efectiva

☉ **Identifique en la calicata la profundidad efectiva del suelo:**

- **Suelo superficial** (profundidad menor que 50 cm).
- **Suelo profundo** (mayor que 100 cm) o **moderadamente profundo** (entre 50 cm y 100 cm).

### Posición geomorfológica

Una vez definida la profundidad efectiva del suelo se debe establecer la posición geomorfológica con el fin de reunir los factores necesarios para identificar el grupo homogéneo de suelos (GHS) de influencia en la suerte.

☉ **Reconozca las formas del paisaje** utilizando para ello las pautas de la figura 2 y del apéndice técnico 4.

### Verificación del grupo de humedad

Los grupos de humedad (GH) son zonas con características similares en el balance hídrico para la caña de azúcar (niveles de exceso o déficit de humedad expresados en mm/año) y una determinada permeabilidad del suelo.

- ☉ **Determine el nivel de exceso o déficit de humedad (balance hídrico)** en el suelo de la suerte de acuerdo con los datos de precipitación y evapotranspiración suministrados para la práctica.
- ☉ **Identifique la permeabilidad del suelo (alta, media, baja)** con base en las características de drenaje natural o su capacidad de infiltración del agua y la familia textural (utilice como guía el cuadro 5 y el apéndice técnico 6).
- ☉ **De acuerdo con la permeabilidad identificada y teniendo en cuenta el nivel de humedad (mm/año) de la suerte** obtenido al calcular el balance hídrico, defina cuál es el grupo de humedad al cual pertenece el suelo (cuadros 6 y 7).
- ☉ **Verifique el grupo de humedad identificado** utilizando el diagrama de flujo de la figura 4. Para esto debe tener en cuenta los signos de mal drenaje (gleysados y moteados) y su profundidad que podrían encontrarse en la calicata, y los datos suministrados de la pendiente del terreno.

**Para concluir, registre en la hoja de respuestas la zona agroecológica verificada**

Zona agroecológica = GHS + GH

### Hoja de respuestas

Característica	Descripción
Zona agroecológica por verificar	
Horizontes del perfil en la sección control <sup>1</sup>	
Familia textural <sup>2</sup>	
Grupo de familias texturales <sup>3</sup>	
Posible GHS <sup>4</sup>	
Régimen de humedad <sup>5</sup>	
Posible GHS <sup>4</sup>	
Profundidad efectiva <sup>6</sup>	
Forma del paisaje <sup>7</sup>	
GHS <sup>8</sup>	
Balance hídrico <sup>9</sup>	
Nivel de humedad <sup>10</sup>	
Permeabilidad <sup>11</sup>	
Posible GH <sup>12</sup>	
Pendiente del terreno <sup>13</sup>	
Signos de mal drenaje y profundidad <sup>14</sup>	
GH <sup>15</sup>	
Zona agroecológica verificada	



- Horizontes del perfil en la sección control y su profundidad (cm):** Horizonte A | Horizonte B | Horizonte C.
- Familia textural homogénea:** Fragmental | Esquelética arenosa | Esquelética franca | Esquelética arcillosa | Arenosa | Franca | Franca gruesa | Franca fina | Limosa gruesa | Limosa fina | Arcillosa | Arcillosa fina | Arcillosa muy fina.
- Grupo homogéneo de familias texturales:** Muy fina | Fina | Franca fina. Franca fina sobre arcillosa. Franca. | Limosa fina. Limosa fina sobre arcillosa. Limosa gruesa. | Franca gruesa. Mezclada. | Arenosa. Arenosa sobre arcillosa. Arenosa sobre franca. Esquelética arenosa. Esquelética franca. Franca gruesa sobre arenosa. | Arcillosa sobre arenosa. Arcillosa sobre franca. | Arcillosa sobre esquelética. Arcillosa sobre esquelética arcillosa. Arcillosa sobre esquelética franca. | Esquelética arcillosa. Esquelética arcillosa sobre esquelética arenosa. Esquelética arcillosa sobre esquelética franca. | Franca fina sobre arenosa. Franca fina sobre esquelética arenosa. Franca fina sobre esquelética franca. Franca fina sobre fragmental | Esquelética franca sobre arcillosa. Franca gruesa sobre arcillosa. Franca gruesa sobre limosa. | Franca gruesa sobre esquelética arenosa. Franca gruesa sobre esquelética franca. Franca gruesa sobre fragmental. Fragmental.
- Posible GHS (grupo homogéneo de suelos):** aproximación con base en el grupo homogéneo de familias texturales y el régimen de humedad (GHS numerados de 1 a 33)
- Régimen de humedad:** Údico | Ústico | Ácuico.
- Profundidad efectiva:** Suelo superficial | Suelo moderadamente profundo | Suelo profundo.
- Forma del paisaje:** Napa de llanura de desborde | Basín de llanura de desborde | Cauce abandonado | Plano de terraza | Lecho colmatado | Vallecito | Ápice de abanico | Cuerpo de abanico | Pie de abanico.
- GHS:** clasificación con base en el grupo homogéneo de familias texturales, el régimen de humedad, la profundidad efectiva del suelo y la forma del paisaje (GHS numerados de 1 a 33)
- Balance hídrico:** cálculo del balance hídrico (mm/año) en el suelo (precipitación – evapotranspiración).
- Nivel de humedad:** Muy alto | Alto | Medio | Bajo | Déficit.
- Permeabilidad:** Baja | Media | Alta.
- Posible GH (grupo de humedad):** aproximación con base en la permeabilidad del suelo y su nivel de humedad (GH numerados de H0 a H5)
- Pendiente del terreno:** valor en porcentaje (dato suministrado por el facilitador)
- Signos de mal drenaje y su profundidad:** Gleysados (cm) | Moteados (cm)
- GH:** clasificación con base en la permeabilidad del suelo, el nivel de humedad del suelo, la pendiente del terreno y la presencia de signos de mal drenaje y su profundidad (GH numerados de H0 a H5)

## Práctica 1: Verifiquemos una zona agroecológica en el campo

### Orientaciones para la retroinformación

- Después de la práctica de campo el grupo se traslada al salón de reuniones, donde el facilitador concederá la palabra a los relatores de cada grupo para que expongan los resultados del ejercicio.
- Luego, en una mesa redonda, el facilitador propicia la discusión de los resultados obtenidos por los grupos de trabajo y promueve que los participantes expresen sus experiencias al participar en la actividad.

#### Los participantes deben expresar sus opiniones sobre:

- Cómo se deben interpretar los componentes de la zona agroecológica: familia textural, régimen de humedad, profundidad efectiva, posición geomorfológica y grupo de humedad.
- La importancia de identificar la zona agroecológica de influencia en una suerte.
- Los efectos de utilizar la tecnología de zonificación agroecológica y de no utilizarla; para qué sirve; cuál es su finalidad práctica.
- La facilidad de poner en práctica esta tecnología.

## Herramientas para la AEPS® disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

---

58	Introducción
58	Preguntas iniciales
58	Objetivos de aprendizaje
59	Estructura de aprendizaje
60	Herramientas para la AEPS® disponibles en <a href="http://www.cenicana.org">www.cenicana.org</a>
60	Servidor de mapas
61	• Agroecología
61	• Climatología
62	• Productividad
63	Guía de recomendaciones técnicas, GRT
65	Información meteorológica y climatológica de la red meteorológica automatizada, RMA
66	Modelo económico para apoyar la decisión de renovación de cultivos de caña, Renova
68	Balance hídrico priorizado versión 4.0 y control administrativo del riego
70	Sistema experto de fertilización, SEF
71	Herramienta para la verificación del grupo de humedad
72	Curvas de isoproductividad
73	<b>Práctica 1.</b> Servidor de mapas. Identifiquemos la información asociada a una suerte



## Introducción

De acuerdo con lo aprendido hasta el momento, podemos afirmar que la agricultura específica por sitio (AEPS) es el arte de realizar las prácticas agronómicas requeridas por la caña de azúcar de acuerdo con las condiciones agroecológicas del sitio donde se cultiva, para obtener de ella su rendimiento potencial.

Cenicaña ha orientado la investigación y el desarrollo tecnológico del sistema de producción de caña de azúcar con el enfoque de AEPS y con base en los resultados obtenidos ha desarrollado un sistema de información en web compuesto por una serie de herramientas que facilitan a los productores de caña la toma de decisiones agronómicas adecuadas a las condiciones agroecológicas específicas de cada unidad productiva.

En esta segunda unidad de aprendizaje presentamos las herramientas disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) y sus opciones de consulta, tomando como referencia los antecedentes del desarrollo del sistema publicados por Cenicaña (Isaacs *et al.*, 2004).

### Preguntas iniciales

El facilitador debe plantear algunas preguntas para motivar a los participantes a introducirse en el tema y para que confronten su nivel de conocimiento.

- ¿Qué conocen del sitio web de Cenicaña: [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)?
- ¿Qué saben acerca de la agricultura específica por sitio (AEPS)?
- ¿Cuál es la importancia de aplicar el enfoque AEPS para el manejo agronómico de las suertes cultivadas con caña de azúcar?
- ¿Recuerdan la clave de ingreso?

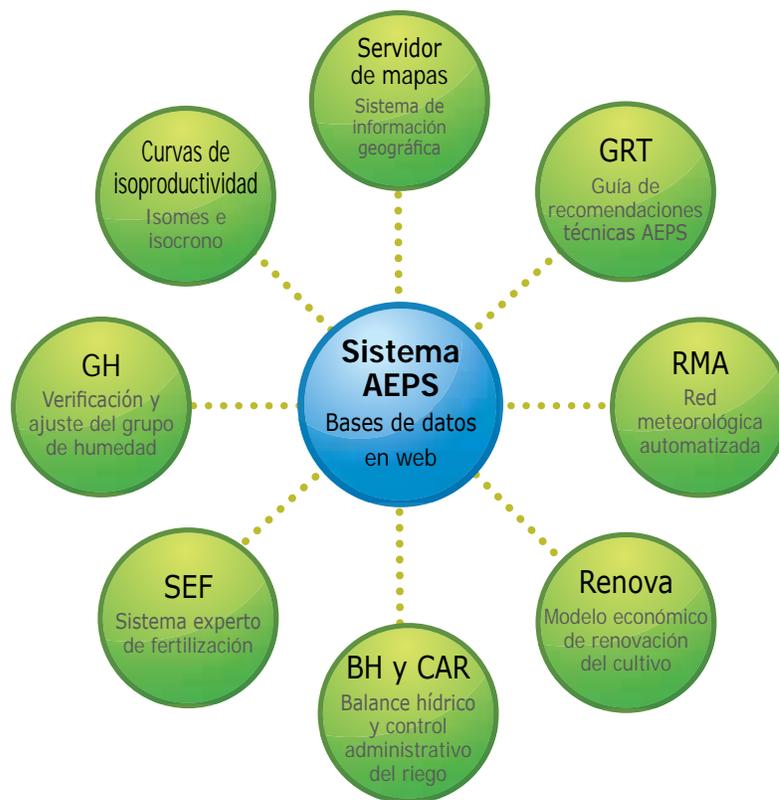
### Objetivos de aprendizaje

Al finalizar la segunda unidad de aprendizaje los participantes estarán en capacidad de:

- Manejar eficientemente las herramientas para la práctica de la AEPS disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)
- Reconocer la importancia de usar la tecnología de agricultura específica por sitio para el manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar.

## Estructura de aprendizaje

Herramientas del sistema interactivo de información AEPS® en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) para la agroindustria azucarera colombiana



La estructura de la segunda unidad de aprendizaje muestra las herramientas que componen el sistema interactivo de información en web desarrollado por Cenicaña para facilitar la práctica de la AEPS en la agroindustria azucarera colombiana.

Las herramientas se encuentran disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) para los productores donantes del centro de investigación y sus colaboradores, quienes registran una clave personal para realizar las consultas. Las herramientas cuentan con bases de datos que se relacionan entre ellas para suministrar la información a los usuarios.

El sistema de información AEPS en el sitio web de Cenicaña se complementa con el catálogo de biblioteca (base de datos bibliográfica), la colección de publicaciones, la oferta de servicios al productor azucarero, los programas y memorias de eventos y la actualización de noticias, entre otros.

En esta unidad de aprendizaje se incluye una práctica que busca familiarizar a los participantes en la capacitación con el servidor de mapas, herramienta de diversas aplicaciones y utilidades en la AEPS.



## Herramientas para la AEPS® disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

En el año 2000 Cenicaña inició la estructuración del sistema de información para la agricultura específica por sitio y en el 2003 lo puso a disposición de sus donantes, con el propósito de facilitar el acceso a la información técnica y a los datos de referencia sobre la producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca. El sistema integra un conjunto de productos interactivos de uso libre y privado, con permisos controlados por Cenicaña mediante el registro de usuarios con contraseña, que ofrecen: información institucional acerca de Cenicaña y la agroindustria azucarera colombiana; información científica, técnica y económica de referencia producida por Cenicaña; herramientas interactivas de AEPS; servicios de Cenicaña para ingenios y cañicultores donantes y para la comunidad en general.

A continuación se describen las principales aplicaciones que tienen las herramientas interactivas de apoyo para la práctica de la agricultura específica por sitio disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)



### Servidor de mapas

El servidor de mapas integra la base de datos del sistema de información geográfica (SIG) del sector azucarero con las bases de datos de la producción comercial y la red meteorológica automatizada (RMA) para entregar mapas temáticos por ingenio, hacienda y suerte de caña, con información asociada que resulta necesaria para la práctica de la agricultura específica por sitio en el valle del río Cauca.

Ofrece además una aplicación para el seguimiento del desarrollo del cultivo con base en el análisis de imágenes satelitales, y otras aplicaciones para diferentes fines.

#### Mapas temáticos

Los mapas temáticos de referencia para la AEPS muestran la información por ingenio azucarero, hacienda y suerte de caña en las categorías siguientes:

- Agroecología: estudio detallado de suelos, grupos homogéneos de suelos, grupos de humedad, zonas agroecológicas y grandes grupos de preparación de suelos.
- Climatología: área de influencia de las estaciones de la RMA, datos e información meteorológica y climatológica.
- Productividad: históricos de los indicadores de productividad e información de las variedades de caña.
- Prohibición de quemas: áreas con restricciones ambientales para realizar quemas agrícolas.
- Edad actual del cultivo: según la fecha de siembra o de cosecha.

A continuación se describen los mapas disponibles en las categorías de agroecología, climatología y productividad.

## Agroecología

La agroecología plantea un enfoque múltiple o una visión holística que integra ideas y métodos de varias disciplinas. Es decir, que los procedimientos analíticos de investigación aplicados por las ciencias, de los cuales la agronomía es un claro ejemplo, deben tener en cuenta las interacciones que se producen entre las partes que constituyen el objeto de estudio.

En el servidor se incluyen mapas elaborados para el valle del río Cauca sobre los siguientes temas:

- **Estudio detallado de suelos.** Mapas en escala 1:10,000 por ingenio, hacienda y suerte de caña. Con esta herramienta se pueden consultar las consociaciones de suelos que inciden en una determinada suerte y su área de influencia, junto con la descripción de la consociación y sus características, símbolo, subgrupo de suelos y familia textural. Además, información sobre el perfil de suelos característico con imágenes ilustrativas.
- **Grupos homogéneos de suelos (GHS).** Mapas de suelos de manejo homogéneo para la caña de azúcar por ingenio, hacienda y suerte de caña y su área de influencia. Incluye la descripción de las características principales de cada grupo, los órdenes de suelos y las consociaciones de suelos que pertenecen a cada uno.
- **Grupos de humedad (GH).** Mapas de la condición de humedad del suelo para la caña de azúcar por ingenio, hacienda y suerte de caña y su área de influencia. Descripción de los grupos de humedad según el balance hídrico y la permeabilidad de los suelos.
- **Zonas agroecológicas.** Mapas de las zonas agroecológicas para la caña de azúcar por ingenio, hacienda y suerte de caña y su área de influencia. La zonificación agroecológica integra los GHS y los GH descritos anteriormente.
- **Grandes grupos para la preparación de suelos (GGPS).** Mapas por ingenio, hacienda y suerte de caña y su área de influencia. Descripción de cada uno de los GGPS y los grupos homogéneos de suelos que pertenecen a cada uno.

## Climatología

Diseño de la red meteorológica automatizada (RMA) del sector azucarero en el valle del río Cauca y área de influencia de las estaciones por ingenio, hacienda y suerte de caña.

- **Área de influencia de las estaciones.** Mapas con información de las estaciones de la RMA (código, abreviatura y nombre de la estación), su ubicación en coordenadas geográficas, el área de influencia de cada una y la distancia desde el centro geométrico de la hacienda o la suerte hasta la estación meteorológica indicada.
- **Consultas a la base de datos de la RMA.** Enlace al sistema de información meteorológica y climatológica que ofrece, entre otros, mapas de las variables atmosféricas por hora, día, década, mes y año.

## Productividad

Mapas temáticos de productividad e información asociada:

- **Variedades de caña de azúcar.** Mapas de la distribución de las variedades cosechadas y su productividad en toneladas de caña por hectárea (TCH), e información de las variedades destacadas en tonelaje de caña y azúcar por hectárea y mes (TCHM y TAHM).
- **Indicadores de productividad.** Mapas del tonelaje de caña y azúcar por hectárea (TCH y TAH) y el rendimiento (%), junto con información de la edad de cosecha y el número de corte.

**1 Nivel de información**  
Seleccionamos el nivel de detalle en el cual requerimos la información.

**2 Mapas temáticos**  
**Agroecología:** mapas por zona agroecológica, estudio detallado de suelos, grupos homogéneos de suelos, grupos de humedad y grandes grupos de preparación de suelos.  
**Climatología:** mapas por área de influencia RMA actual y hasta el 2006.  
**Productividad:** mapas de productividad por año, para TCH, TAH, variedad y rendimiento (%).  
**Prohibición de quemas:** mapas de zonas de restricción de quemas.  
**Edad actual del cultivo:** mapas según la edad del cultivo y búsquedas específicas por edad y fecha.

**3 Seguimiento al cultivo**  
A través de imágenes de satélite: índice de vegetación (MODIS – EVI), estado vegetativo del cultivo (EVI) e imágenes *Landsat* más recientes.

**4 Herramientas**  
Podemos localizar los experimentos de Cenicaña, disponer de la ubicación general de la red meteorológica automatizada (RMA), obtener información del satélite GOES/NASA, generar comparaciones entre cuatro mapas diferentes seleccionados en los mapas temáticos.

**5 Controles**  
Opciones de desplazamiento, zoom, coberturas y ubicación del sitio seleccionado.

**6 Salida**  
Mapa temático seleccionado

**7 Convenciones**  
Leyendas

**8 Información**  
Amplía la información del mapa temático que es visualizado en la pantalla

**9 Opciones**  
Banco de preguntas, versión imprimible, mapa del sitio y opción para contactarse con Cenicaña vía email.

**Identificar**  
Identifica la información del lugar seleccionado en la suerte de acuerdo con el mapa temático visualizado en la pantalla

**Leyenda**  
Muestra la leyenda (convenciones) del mapa temático desplegado en pantalla.

**Medir**  
Herramienta de medida lineal sobre el mapa.

**Imprimir**  
Imprimir mapa actual.



Servidor de mapas  
también en versión para smartphones y tablets  
[m.cenicana.org/](http://m.cenicana.org/)



## Guía de recomendaciones técnicas, GRT

La guía de recomendaciones técnicas es una herramienta que facilita, orienta y promueve el manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar por zona agroecológica, con el enfoque de la agricultura específica por sitio.

Suministra información para la toma de decisiones en: diseño de campo, adecuación y preparación de suelos; semilleros y variedades; sistemas de siembra y resiembra; manejo de aguas: riego y drenaje; labores mecánicas en plantilla y soca; fertilización; manejo de malezas; cosecha; manejo de residuos y sanidad vegetal.

La GRT es un producto del macroproyecto Agricultura Específica por Sitio (AEPS®) y su función es divulgar la tecnología desarrollada y adaptada con este enfoque y promover su adopción.

El diseño de la GRT y su desarrollo se hicieron en Cenicaña, donde se administran los contenidos técnicos y didácticos. Las recomendaciones orientan sobre la productividad de las variedades de caña de azúcar en las zonas agroecológicas donde han sido cosechadas y sobre el manejo agronómico específico en cada zona presente en una suerte de caña. La documentación técnica incluye imágenes, fotografías y videos de apoyo, con énfasis en el control de calidad de las labores.

La herramienta fue publicada en el 2011 como parte del sistema de información AEPS en web para usuarios con clave, quienes pueden acceder a la versión clásica en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) y a la versión para móviles en [m.cenicana.org](http://m.cenicana.org)

En ella se reúne el conocimiento técnico vigente para la práctica de la agricultura específica por sitio en la agroindustria azucarera colombiana, de una manera ordenada y fácil de usar.

Los antecedentes acerca del desarrollo de la GRT incluyen una primera fase, en la cual Cenicaña definió la caracterización agroecológica del valle del río Cauca y publicó la cuarta aproximación, con información sobre los treinta y tres grupos homogéneos de suelos (datos detallados de suelos en escala 1:10,000) y los seis grupos de humedad que definen la zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en la región.

En la segunda fase, el servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología de Cenicaña identificó y recopiló la información técnica sobre el manejo agronómico de la caña de azúcar de acuerdo con las características de las diferentes zonas agroecológicas identificadas en la cuarta aproximación. Información proveniente de los programas de investigación de Cenicaña y de las experiencias de los profesionales y los productores de caña de azúcar de la agroindustria colombiana. De esta manera se definió y caracterizó el manejo agronómico y el uso de variedades de caña por sitio específico, de acuerdo con las zonas agroecológicas.

La tercera fase estuvo dedicada al diseño de la arquitectura del software y al desarrollo de la herramienta, según los objetivos funcionales definidos en el servicio de transferencia de tecnología, como son: facilitar, orientar y promover el manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar por zona agroecológica con el enfoque de AEPS (Isaacs *et al.*, 2011).

## Conozca más sobre la GRT

Crterios técnicos, recomendaciones y orientaciones para la práctica de la AEPS.

Consulte: **unidad de aprendizaje 3**

### Selección

Etapa inicial de la consulta donde seleccionamos ya sea por zona agroecológica o suerte específica, introduciendo ingenio, hacienda, suerte y zona agroecológica.

1



### Zona agroecológica

Nos muestra la zona agroecológica seleccionada. Según el componente visualizado en la herramienta, en esta sección podemos afinar la búsqueda por ambiente y consociación de suelos en la suerte.

2

### Componentes de consulta

Este menú proporciona los principales componentes de consulta para el manejo agronómico de la caña de azúcar con un enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS):

- 1) Diseño, adecuación y preparación.
- 2) Semilleros y variedades.
- 3) Sistemas de siembra y resiembra.
- 4) Manejo de aguas: riego y drenaje.
- 5) Labores mecánicas en plantilla y soca.
- 6) Fertilización del cultivo.
- 7) Manejo de malezas.
- 8) Cosecha.
- 9) Manejo de residuos.
- 10) Sanidad vegetal.

3



### Sub-menú de componentes

Despliega el sub-menú disponible para cada componente del sistema.

4

### Resultados de la consulta

En diferentes pestañas ofrece la recomendación específica para la zona agroecológica seleccionada, las condiciones generales para realizar la labor consultada, el control de calidad requerido y fotografías y videos que complementan la información.

5



Guía de recomendaciones técnicas, GRT  
también en versión para *smartphones* y *tablets*  
[m.cenicana.org/](http://m.cenicana.org/)

## Información meteorológica y climatológica de la red meteorológica automatizada, RMA

Esta herramienta contiene un sistema de consultas sobre la información meteorológica y climatológica registrada en las estaciones que conforman la RMA de la agroindustria azucarera de Colombia en el valle del río Cauca.

Presenta información histórica (climatológica y anomalías) y datos horarios y diarios en tiempo real de las principales variables atmosféricas registradas en las 34 estaciones de la red: temperatura, humedad, precipitación, radiación solar, velocidad y dirección del viento.

Entre las consultas disponibles se destacan:

- **Gráficos de hoy** con datos de última hora.
- **Boletines diarios** con datos de las variables atmosféricas durante los 60 días previos a la consulta; datos de la precipitación y la evaporación para el cálculo del balance hídrico; y datos de la precipitación para su seguimiento mensual.
- **Mapas** meteorológicos, climatológicos y de anomalías, con información horaria, diaria, decadal (10 días), mensual y anual.

The screenshot displays the website interface for the RMA (Automated Meteorological Network). The page title is "Información meteorológica y climatológica" and it includes a search bar and a menu. The main content area is divided into nine numbered sections, each with a representative icon and a brief description:

- Gráficos de Hoy**: con registros de las últimas horas: temperatura, humedad, precipitación, radiación solar y viento.
- Boletines Diarios**: con las principales variables atmosféricas. Evaporación para el Balance Hídrico y seguimiento a la precipitación.
- Información Horaria**: con registros de las principales variables atmosféricas de las estaciones meteorológicas de la RMA.
- Información Diaria**: con registros de las principales variables atmosféricas de las estaciones meteorológicas de la RMA.
- Información Vientos**: con registros de dirección y velocidad del viento de las estaciones meteorológicas de la RMA.
- Mapas meteorológicos, climatológicos y de anomalías**: con información horaria, diaria, decadal (10 días), mensual y anual.
- Área de influencia**: de las estaciones que integran la Red Meteorológica Automatizada - RMA.
- Seguimiento a El Niño y La Niña**: Análisis del último mes, situación actual y proyección para los siguientes meses. Fuente: NOAA.
- Información de Apoyo**: con definiciones, unidades de medida, siglas y abreviaturas sobre temas meteorológicos y climatológicos.

## Modelo económico para apoyar la decisión de renovación de cultivos de caña, Renova

Renova es una herramienta diseñada para orientar la toma de decisiones sobre renovación de suertes de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Se fundamenta en un informe económico sobre la ganancia neta adicional a valor presente que generaría renovar la plantación de una suerte en comparación con la opción de no renovarla.

El modelo analiza los registros históricos de producción comercial de la caña de azúcar en la zona agroecológica correspondiente, simula los resultados de producción que se podrían obtener en toneladas de caña por hectárea (TCH) y rendimiento comercial (Rto. %) en un nuevo ciclo de producción con el cultivo renovado, y compara la producción del siguiente corte del ciclo actual con la producción de los cinco primeros cortes del cultivo renovado.

### Informe de indicadores financieros

El informe económico proporciona cuatro indicadores financieros (Conde *et al.*, 2007):

1. Número de cortes que se requieren para recuperar la inversión en adecuación, preparación y siembra; recuperar el dinero que se dejaría de recibir al no continuar con el cultivo en las condiciones actuales y generar, durante el ciclo de renovación, una rentabilidad igual a la mínima exigida por el inversionista (tasa mínima de retorno considerada).
2. Valor presente neto acumulado por corte.
3. Valor presente neto marginal por corte.
4. Valor de probabilidad (%) de que la ganancia neta esperada en cada corte sea mayor al renovar que al no hacerlo.

1

### Caracterización de la suerte

Se inicia definiendo si 'el tomador de la decisión' es un proveedor o un ingenio. Posteriormente se introducen los datos del ingenio, hacienda y suerte a evaluar. Automáticamente el sistema completa la información de zona agroecológica, variedad, último corte y mes del último corte. En el recuadro de 'Información de cosecha' se selecciona la información que solicita el sistema, cuál es el número de corte a pronosticar, edad esperada del corte, la variedad que se tiene como opción para renovar y el tipo de distribución probabilística.

Recuerde que la distribución 'normal' es la recomendable. Una vez la información esté completamente diligenciada se presiona el botón "Enviar" para seguir a la siguiente pantalla.

2

### Distribución probabilística TCH y Rto

Si 'RENOVA' encuentra en la base de datos más de 25 datos coincidentes con la información suministrada, automáticamente ofrecerá la 'opción RENOVAR' completamente diligenciada. De lo contrario el usuario puede introducir sus propios datos o tomar como referencia la información que ofrece la herramienta Curvas de isoproductividad.

Para la 'opción NO RENOVAR' se recomienda un porcentaje de cambio en TCH entre 5% y 10% y en rendimiento dejar en cero. Si se quiere ser más exigente se pueden incrementar los valores mínimo y máximo de ambos parámetros.

### Información de costos, precios y tasas

En esta ventana se deben diligenciar los costos propios (\$/ha de adecuación, preparación y siembra, los costos de levantamiento (promedios en su predio o la suerte en particular para simular condiciones reales).

Se selecciona el tipo de contrato que se tenga, si es por rendimiento o TCH, se introduce la tasa mínima de retorno (% efectivo anual), el precio esperado por tonelada de azúcar, el tiempo de retraso en renovación (lucro cesante) y la inflación esperada (% efectivo anual).

Una vez se introducen todos estos datos, se presiona el botón "enviar" para generar los resultados de la consulta.

3

Corte	VPN acumulado (\$/ha)	VPN marginal (\$/ha)	Probabilidad (%)
1	-2.408.380		5,0
2	-1.389.457	1.018.923	29,4
3	246.849	1.636.306	54,2
4	2.397.410	2.150.560	76,4
5	4.597.181	2.199.771	90,0

4

### Resultados

Una vez se haya completado la consulta, el sistema arrojará un resultado donde se analiza el 'Proyecto RENOVAR versus NO RENOVAR'.

El primer resultado nos indica el número de cortes en los cuales se recupera la inversión en adecuación, preparación y siembra (APS). Es decir en este caso:

- Se requiere de al menos 3.6 cortes para que el proyecto de renovación del cultivo sea capaz de recuperar las inversiones realizadas en APS, recuperar el dinero que se dejaría de recibir al no continuar con el cultivo en las condiciones actuales y además, entregar período a período una rentabilidad igual a la mínima exigida por el inversionista (12%).
- En el cuadro de resultados, en la primera columna: valor presente neto (VPN) acumulado (\$/ha), nos indica que si se decidiera renovar el cultivo y mantenerlo por 4 cortes (resultado resaltado en verde), se obtendría una ganancia esperada adicional, valorada en pesos de hoy, equivalente a \$2,397,410/ha.
- En la segunda columna: VPN marginal (\$/ha), indica que la ganancia marginal adicional de incluir un tercer corte es de \$1,636,306/ha.
- La tercera columna: Probabilidad (%), indica que con una probabilidad de 54.2% el valor esperado de la ganancia neta adicional en la opción de renovación es mayor en \$246,849/ha que el valor esperado de la opción no renovar.

## Balance hídrico priorizado versión 4.0 y control administrativo del riego

El balance hídrico priorizado versión 4.0 es una herramienta desarrollada por Cenicaña para facilitar el cálculo del balance hídrico en el suelo y realizar la programación de los riegos requeridos por el cultivo de la caña de azúcar, la cual contiene además una aplicación para el control administrativo del riego.

Para el cálculo del balance hídrico se tienen en cuenta las características específicas de retención de humedad y capacidad de almacenamiento de agua del suelo de cada suerte, junto con los parámetros de clima que afectan el cultivo durante su desarrollo, de modo que la herramienta facilita la programación y priorización de los riegos en las unidades productivas de caña de azúcar.

La versión 4.0 se usa directamente desde [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) y por lo tanto no necesita ser instalada en un computador. Para el cálculo se deben conocer las constantes de humedad del suelo en la suerte, determinadas *in situ*: capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente y lámina de agua rápidamente aprovechable. Se requieren también los valores de la precipitación y la evaporación diarias, los riegos aplicados en cada suerte y datos del cultivo como la edad de la caña y el número de corte.



### Constantes de humedad del suelo

En relación con las constantes físicas de humedad del suelo, Cenicaña recomienda a los cañicultores que determinen el valor de la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) del suelo directamente en la suerte donde se vaya a programar el riego con el sistema de balance hídrico.

Consulte: **unidad de aprendizaje 3**

El centro de investigación ha elaborado una tabla de referencia de la LARA determinada a dos profundidades en 176 suelos representativos del valle del río Cauca. La tabla de referencia puede ser útil para incursionar en la programación de los riegos según el balance hídrico, pero no sustituye las determinaciones hechas en el sitio específico de cultivo. La lámina de agua rápidamente aprovechable equivale al 40-50% de la lámina de agua almacenada en el suelo.

Para aumentar la precisión del balance hídrico, la herramienta incluye el parámetro de precipitación efectiva, es decir la porción de la precipitación que realmente llega al suelo y que puede ser aprovechada por el cultivo, y emplea una función continua de K según la edad de la caña. Captura automáticamente los datos de evaporación registrados por las estaciones de la RMA, genera informes gráficos y en mapas con las prioridades del programa de riegos y permite la transferencia de los datos a hojas de cálculo.

**1 Crear / Modificar**  
En esta sección se crean las haciendas, suertes, pluviómetros y fuentes de agua.

**2 Registrar datos**  
Los datos de precipitación y riego se registran a través de este menú. También los ajustes sobre la lámina de agua en el suelo (LAS) y la información para llevar un control administrativo del riego.

**3 Cosechar**  
Cuando una suerte es cosechada se registra en esta sección, al igual que cuando se realiza la renovación del cultivo.

**4 Informes**  
Los principales informes corresponden a: programación de los riegos y cálculo del balance hídrico. Estos informes se muestran en tablas y gráficos para cada suerte.

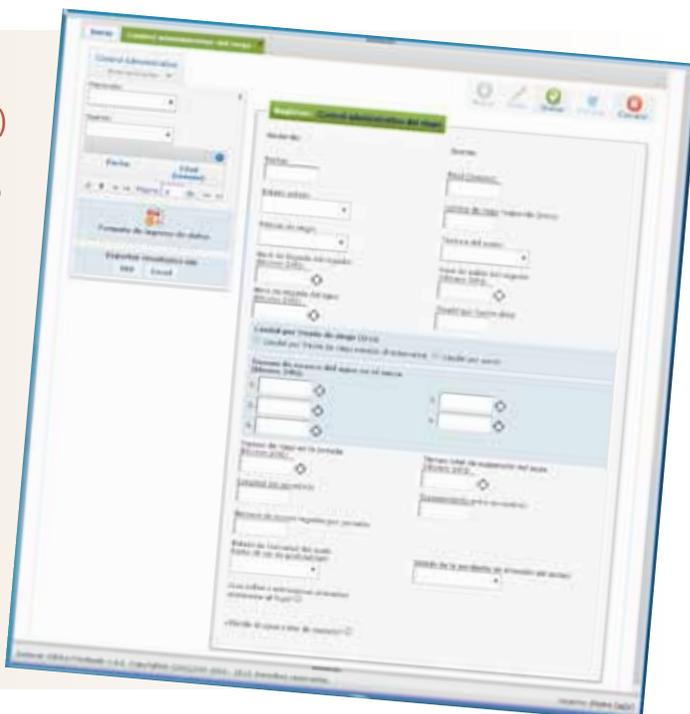
**5 Configuración**  
Opciones que permiten administrar la información de suertes y haciendas, y la configuración de los usuarios habilitados para trabajar con el balance hídrico.

### Control administrativo del riego (CAR)

La herramienta para el control administrativo del riego (CAR) proporciona indicadores útiles para la gestión de la calidad de la labor de riego, basados en datos tomados directamente en el campo durante la labor.

Los indicadores principales son:

- Volumen de agua utilizado
- Eficiencia de aplicación
- Rendimiento de la operación del riego
- Eficiencia administrativa de la labor.



## Sistema experto de fertilización, SEF

El SEF es una herramienta que reúne el conocimiento experto sobre los requerimientos nutricionales de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, determinados en el proceso de investigación desarrollado por Cenicaña, en el cual se han definido los niveles críticos de los principales nutrimentos requeridos por el cultivo según algunos factores físicos y químicos del suelo, el estado de la plantación y la variedad de caña (Quintero y Anderson, 2006).

De acuerdo con el análisis químico de muestras tomadas a cada consociación de suelo presente en una suerte y considerando algunas características físicas y del cultivo, el SEF hace recomendaciones de fertilizantes y enmiendas con especificaciones sobre dosis, épocas, fuentes y métodos de aplicación. Las recomendaciones se generan por cada consociación de suelo.

El sistema es sencillo, fácil de usar, entrega recomendaciones de forma inmediata y almacena los resultados de los análisis y las recomendaciones para conservar un archivo histórico por suerte. El usuario puede ingresar los resultados de un análisis de suelos para obtener la recomendación del sistema, o consultar los análisis y recomendaciones que ha solicitado a Cenicaña desde el año 2009.

El SEF suministra en forma detallada los resultados del análisis y las recomendaciones de fertilización o de aplicación de enmiendas por cada muestra de suelo. Además, un resumen de la cantidad total de fertilizantes recomendados en el área muestreada. Con el SEF se puede programar la fertilización de múltiples suertes.

### Ingresar o consultar datos

Al iniciar, se debe seleccionar el ingenio y la hacienda en donde se tomaron los análisis de suelos que se quiere ingresar o consultar.

1

### Descripción del análisis

La herramienta puede ser utilizada con análisis de diferentes laboratorios; lo importante es definir el método utilizado en la extracción de elementos menores.

2

### Resultados del análisis químico de suelo y recomendaciones de fertilizantes y enmiendas

Se muestra el resultado del análisis químico del suelo y las recomendaciones de fertilizantes y enmiendas expresadas en kilogramos, para cada una de las muestras de suelos ingresadas en el sistema.

3

The image displays two screenshots of the SEF web application. The top screenshot shows the login page with the following details:
 

- URL: www.cenicana.org
- System Name: SEF Sistema Experto de Fertilización para caña de azúcar
- Fields: Ingenio: RISARALDA, Hacienda: CANOAS 8 - (20042)
- Buttons: Ingresar nuevo análisis, Consultar análisis registrados
- Table with columns: Registro (No.), Suerte (No.), Muestra (No.), Fecha de toma (aaaa-mm-dd), Tipo de análisis, Laboratorio, Genero recomendación, Resultado.

 The bottom screenshot shows the results page for a specific analysis:
 

- Title: Resultado del análisis químico del suelo y recomendaciones de fertilizantes y enmiendas
- Section: Descripción del análisis (Muestra: 400289, Fecha: 2009-04-23)
- Section: Resultados del análisis químico del suelo (Table with 17 columns: Elemento, Valor, Unidad, etc.)
- Section: Recomendaciones de fertilizantes y enmiendas (Dosis en kg) (Table with columns: Fertilizante, Dosis, Fuente, etc.)

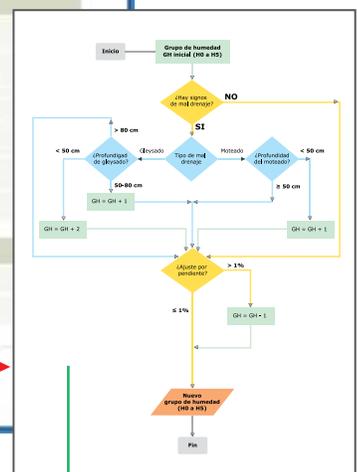
## Herramienta para la verificación del grupo de humedad

El grupo de humedad de un suelo presente en una suerte es determinado de acuerdo con los parámetros de déficit o exceso de agua según el balance hídrico y la permeabilidad del suelo. Sin embargo, en algunas suertes se encuentran condiciones relacionadas con la presencia de signos de mal drenaje del suelo o con la pendiente del terreno que pueden hacer variar la clasificación inicial.

La herramienta para la verificación o el ajuste del grupo de humedad (caracterizado para el suelo de una suerte) ayuda a determinar su clasificación real al ingresar datos sobre las características físicas del suelo relacionadas con la presencia y profundidad a la cual se encuentran el nivel freático en la suerte y los signos de mal drenaje (moteados o gleysados) en el perfil del suelo, los cuales son fácilmente detectables, y los datos sobre la pendiente del terreno. Con esta información el sistema verifica o ajusta el grupo de humedad.

- 1 Grupo humedad actual**  
Para iniciar debe seleccionar el grupo de humedad actual de la suerte de interés. Sin no la conoce, consulte el **Servidor de mapas > Agroecología > Grupo de humedad**.
- 2 Signos de mal drenaje**  
Se pueden observar fácilmente a través del perfil del suelo, haciendo una calicata. Los gleysados presentan coloraciones grises, azules o verdes, mientras que los moteados presentan manchas rojas o amarillas. Si se observan los dos, seleccione la opción gleysado.
- 3 Profundidad signos mal drenaje**  
Según la profundidad en la que se encuentren, dichos signos de mal drenaje influirán en el desarrollo del cultivo.
- 4 Profundidad nivel freático**  
Si no conoce el nivel freático, es necesario instalar pozos de observación para el seguimiento de la profundidad del agua freática.

- 5 Pendiente**  
Se puede medir en el campo, mediante niveles de precisión o de mano, o se puede calcular con las curvas de nivel.
- 6 Resultado**  
Una vez hayamos introducido los datos solicitados, debemos presionar la tecla "Calcular"; inmediatamente el sistema generará la corrección necesaria y calculará el nuevo grupo de humedad.
- 7 Nuevo cálculo**  
Si deseamos verificar otras zonas de interés, podemos presionar la tecla "Nuevo cálculo" y re-iniciar el proceso.



- 8 Diagrama de flujo**  
Diagrama empleado para la verificación de los grupos de humedad.

## Curvas de isoproductividad

Esta herramienta realiza consultas a la base de datos de producción comercial y hace un análisis comparativo de la productividad de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca en un período definido, según zona agroecológica, variedad de caña, edad de cosecha o número de corte. Con base en esto genera gráficas con tres variables, conocidas como curvas de isoproductividad. Las curvas se construyen con valores iguales de toneladas de azúcar por hectárea (TAH, eje 'z') a partir de diferentes combinaciones de toneladas de caña por hectárea (TCH, eje 'y') y rendimiento comercial (eje 'x').

Esta herramienta permite además generar curvas de isomes a partir del tonelaje de caña y azúcar por hectárea y mes (TCHM, TAHM) y el rendimiento en azúcar (%); y curvas de isocronoproductividad a partir de TAHM, TAH y edad de cosecha (meses).

### Consulta

Para definir los parámetros de la consulta, usted debe iniciar seleccionando la variable de interés que desea graficar.

Puede escoger cuatro opciones diferentes: variedad de caña, zona agroecológica, edad de cosecha y número de corte.

1

### Período

Se define el periodo de interés para realizar la consulta.

2

### Filtrado por

Para generar la curva usted puede restringir o ampliar la búsqueda según sus necesidades.

La consulta se puede filtrar por variedad, zona agroecológica, ambiente y área.

Los resultados se pueden ordenar por área, TCH, rendimiento, TAH, TCHM, TAHM o edad de corte.

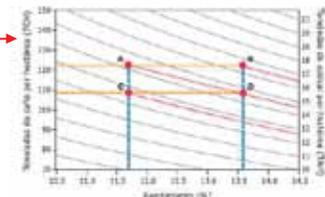
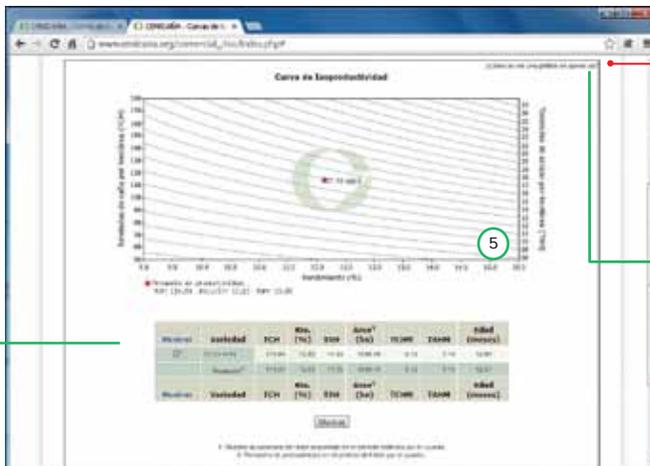
Se puede graficar un número de resultados determinado.

3

### Curva de isoproductividad

Al final se muestra la gráfica de resultados y la tabla resumen con la información de la base de datos comercial.

4



### Cómo se lee una gráfica de isoproductividad

Los puntos en la gráfica indican la magnitud de la productividad (TAH) según los valores que toman las dos variables consideradas en el análisis (TCH y Rto).

Las líneas superpuestas de color azul muestran cómo se leen los valores del eje 'x' (Rto), mientras que las líneas amarillas muestran cómo se leen los valores del eje 'y' (TCH). Finalmente, las líneas rojas señalan la forma de leer los valores del eje 'z' (TAH), es decir, los valores de la productividad.

## Práctica 1

### Servidor de mapas

Identifiquemos la información asociada a una suerte



RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

## Objetivo

Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de utilizar el servidor de mapas del sistema de información AEPS en web, para identificar la información asociada con una hacienda y una suerte de caña de azúcar:

- Características agroecológicas
- Datos históricos de productividad
- Estaciones de la red meteorológica automatizada (RMA) de influencia



Servidor de mapas [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)  
también en versión para *smartphones* y *tablets*  
[m.cenicana.org/](http://m.cenicana.org/)

## Orientaciones para el facilitador

A continuación se dan algunas orientaciones generales para el desarrollo de la práctica que, en este caso, se lleva a cabo en grupos de trabajo, en una sala dotada con computadores y acceso a internet.

El facilitador puede introducir las modificaciones que considere pertinentes para el cabal cumplimiento de la actividad. La sugerencia es que los participantes formen grupos de dos o tres personas y que cada grupo trabaje en un computador.

**Para desarrollar la práctica con el servidor de mapas es necesario que el facilitador solicite formalmente a Cenicaña una clave temporal de acceso a [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org), la cual será utilizada por todos los asistentes durante la jornada.**

**La propuesta es que el facilitador haga una demostración de las utilidades que ofrece el servidor de mapas, mientras los grupos de trabajo lo siguen paso a paso.**

### Antes de la práctica

- Identifique el ingenio, la hacienda y la suerte que usará como ejemplo para desarrollar la práctica.
- Asegúrese de que la información de la suerte elegida esté disponible en el servidor de mapas.
- Realice un simulacro de la práctica siguiendo el paso a paso que se presenta en las 'instrucciones para los participantes'.
- Decida su estrategia para conducir la práctica con éxito, de acuerdo con el perfil de los participantes y su relación con la tecnología informática.
- Solicite una clave temporal para utilizarla durante la práctica.
  - Para asegurar la calidad de los servicios de información en web, infórmele al administrador del sistema en Cenicaña cuándo será la práctica y cuál es la suerte que usará como ejemplo ese día:
  - Envíe un mensaje a [admin\\_web@cenicana.org](mailto:admin_web@cenicana.org) con una semana de anticipación a la práctica, indicando:
    - Ingenio, hacienda y suerte de interés
    - Fecha de la práctica y lugar de realización
    - Periodo de vigencia de la clave temporal
- Confirme con los participantes que todos tengan una clave personal de ingreso al sitio web de Cenicaña, con permiso para visualizar en el servidor de mapas las unidades productivas a su cargo, es decir la(s) finca(s) que cada uno maneja. Si algún participante no tiene clave infórmele que puede solicitarla como se indica en [www.cenicana.org/hoja\\_registro\\_pag.php](http://www.cenicana.org/hoja_registro_pag.php)



### El día de la práctica

- Explique a los participantes los objetivos de la práctica.
- Forme grupos de dos a tres personas según el número de participantes y la cantidad de computadores disponibles. Cada grupo debe nombrar un relator.
- Indique a los participantes que el tiempo previsto para la práctica es una hora, incluidos 30 minutos para identificar la información solicitada en la herramienta y 30 minutos para la relatoría y la discusión en mesa redonda.
- Asegúrese de que cada participante tenga una copia de los cuadros 4 y 7 (unidad de aprendizaje 1). Entregue a cada participante además una copia de los criterios para seleccionar la zona agroecológica de mayor influencia en una suerte (unidad 1) y una copia del apéndice técnico 7.
- Presente el paso a paso de la práctica utilizando el video beam para mostrar la información solicitada directamente desde el servidor de mapas.
- Para comenzar, haga que los participantes ingresen al servidor de mapas en el sitio web de Cenicaña utilizando la clave temporal solicitada para esta práctica.
- Pídales que identifiquen la zona agroecológica, los históricos de productividad y la estación meteorológica de influencia en la suerte del ejemplo elegido. En las instrucciones para los participantes se toma como ejemplo: Ingenio Manuelita > hacienda la Rita > suerte 000023.
- En una mesa redonda discuta los resultados obtenidos por los grupos de trabajo y escuche sus experiencias al participar en la actividad.

### Recursos necesarios

- Una clave temporal para ingresar al sitio web de Cenicaña en el momento de la práctica.
- Un salón con capacidad para 25 personas, con conexión a internet.
- Mínimo un computador por cada dos o tres participantes.
- Un computador y un equipo de proyección (video beam) para dirigir la práctica.
- Para cada participante: una copia de las instrucciones y de los cuadros 4 y 7, así como los criterios para seleccionar la zona agroecológica de influencia en una suerte (unidad de aprendizaje 1) y el apéndice técnico 7.

# Práctica 1 Servidor de mapas

## Identifiquemos la información asociada a una suerte



Página: 1 de 7

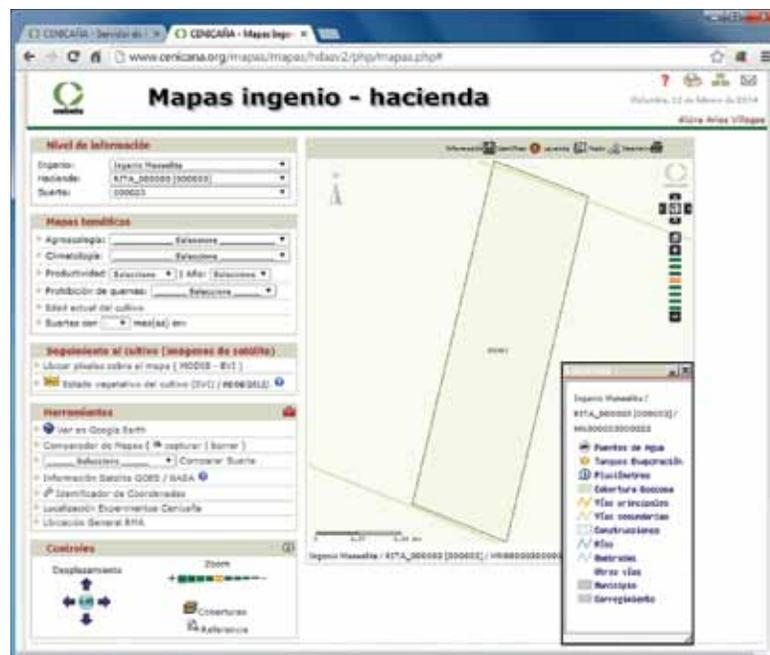
### Instrucciones para los participantes

- En grupos de dos o tres personas, los participantes deben identificar en el servidor de mapas, para una suerte de caña: la zona agroecológica, los históricos de productividad y la estación meteorológica de influencia.
- El tiempo óptimo para la práctica es una hora, incluidos 30 minutos de entrenamiento en la herramienta web y 30 minutos de mesa redonda.
- Para asegurar el buen desarrollo de la actividad, por favor siga paso a paso las orientaciones del facilitador. Siempre tenga a mano estas instrucciones y los siguientes documentos de referencia: criterios para seleccionar la zona agroecológica de influencia en una suerte y cuadros 4 y 7 (unidad de aprendizaje 1) y el apéndice técnico 7.
- Registre las observaciones y conclusiones del grupo en la hoja de respuestas que encuentra al final de estas instrucciones.



Código QR

En smartphones y tablets  
[m.cenicana.org/](http://m.cenicana.org/)



## 1 Ingrese al servidor de mapas y busque la suerte de interés

Un participante del grupo debe ingresar al sitio web [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) y registrar la clave temporal que indique el facilitador.

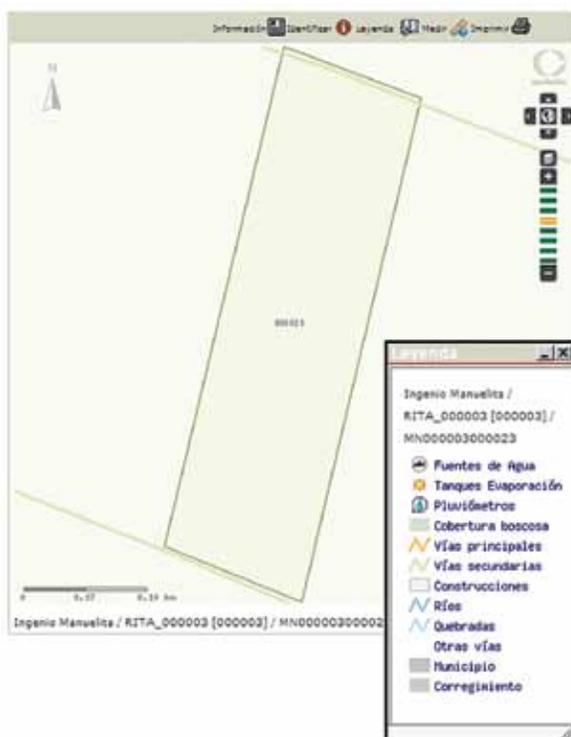
Estando en el sitio web, dirijase a:

Agricultura específica por sitio >  
Servidor de mapas > Ingenio-Hacienda

Ahora seleccione el ingenio, la hacienda y la suerte por consultar. Ejemplo:

Nivel de información	
Ingenio:	Ingenio Manuelita
Hacienda:	RITA_000003 [000003]
Suerte:	000023

En la pantalla se visualiza la cartografía básica de la suerte:



## 2 Identifique la zona agroecológica de mayor influencia en la suerte

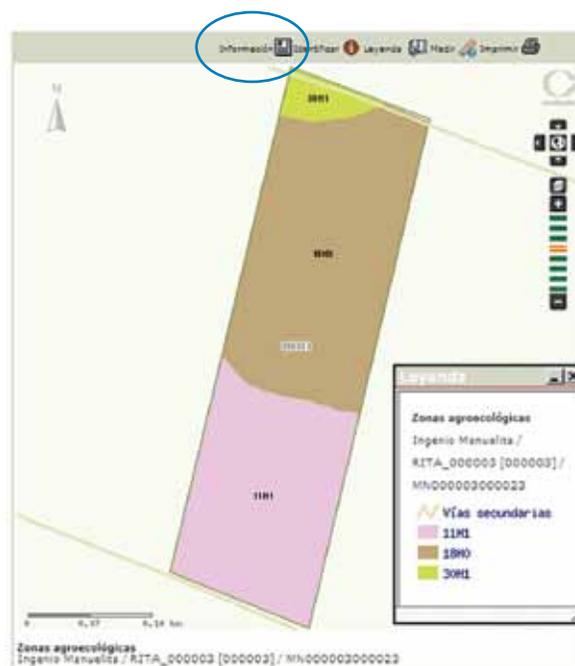
Para consultar las zonas agroecológicas en la suerte, elija:

Mapas temáticos:

Agroecología > Zonas agroecológicas

Mapas temáticos	
Agroecología:	Zonas agroecológicas
Climatología:	Selecciona
Productividad:	Selecciona
Año:	Selecciona
Prohibición de quemas:	Selecciona
Edad actual del cultivo	
Suertes con	mes(es) en:

En la pantalla aparece el mapa de la suerte, donde se identifican con colores las zonas agroecológicas. En el ejemplo, las zonas agroecológicas son: 11H1, 18H0 y 30H1.



Amplíe la información acerca de las zonas pulsando el botón (parte superior del mapa):

"Información"

Aparece una nueva ventana con información detallada de la suerte: distribución del área por zona agroecológica, por grupo homogéneo de suelos y por grupo de humedad. ●●●●●▶

● Para ampliar la información acerca de las zonas agroecológicas de influencia en la suerte\* haga clic en los enlaces disponibles:

- "Grupos homogéneos de suelos"
- "Grupos de humedad"
- "11H1..."

Según la selección puede ver en nuevas ventanas la descripción de los GHS o los GH. ●●●●●▶

También puede ver la productividad de las variedades principales en la zona agroecológica (ejemplo: 11H1) durante los últimos diez años.

Los datos aparecen en una gráfica de curvas iso que facilita la comparación.

Las indicaciones para leer una gráfica de curvas iso están en el apéndice técnico 7. ●●●●●▶

Equina inferior izquierda [Longitud [-76.2787336895862], Latitud [3.57367893349005]]  
Equina superior derecha [Longitud [-76.27451583399], Latitud [3.57944136681293]]

**Distribución de las zonas agroecológicas por suerte (ha)**

Suerte	30H1	30H0	11H1
000023	0.4	3.4	4.1

**Distribución de las zonas agroecológicas por grupos homogéneos de suelos y grupos de humedad (ha).**  
Nota: el área en la zona agroecológica está por la productividad de variedades por zona agroecológica para toda la industria.

Grupos homogéneos de suelos	Grupos de humedad	
	H1 (humedad normal)	H0 (déficit de humedad)
11	1.192 (24.4 ha)	-
12	-	1.902 (24.4 ha)
33	-	-

Quienes somos | Investigación | Clínica | Información Comercial | Agricultura Específica por Sitio | Servicios | Biblioteca | Publicaciones | Iniciar

Inicio | AEPS | Zonificación agroecológica (suerte agroecológica) | Grupo homogéneo de suelos

**Grupos homogéneos de suelos**

Ver Serie Técnica No. 37 "Grupos homogéneos de suelos del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (segunda aproximación)".

Los grupos homogéneos de suelos reúnen los suelos identificados en los estudios detallados realizados en el valle del río Cauca, en un área total de 215,765 hectáreas donde predomina el cultivo de la caña de azúcar. Para la agrupación se tuvieron en cuenta los siguientes factores: (a) Familia textural, (b) Régimen de humedad edáfica, (c) Profundidad efectiva del suelo.

Un resumen de la información se adjunta en las tablas siguientes:

- Características principales de los grupos homogéneos de suelos conformados con base en los estudios detallados de suelos realizados en la parte plana del valle del río Cauca.
- Suelos identificados en los estudios detallados realizados en la parte plana del valle del río Cauca y su respectivo grupo homogéneo.

A continuación se describen cada uno de los grupos de suelos y se sugieren algunas prácticas de manejo en cada caso.

**Grupos de suelos**

1	2	3	4	5	6
24	25	26	27	28	29

**Grupo 3**  
Sólo conformado por suelos en el cerro y por los de moderadamente bien drenados algunas veces por la presencia de arena.

Constituyen este grupo los (Vertisols) muy ricos en arcilla en la profundidad efectiva.

Las limitaciones más significativas en todo el perfil y las formaciones de grietas, por las obras de drenaje super permeabilidad de los suelos.

Quienes somos | Investigación | Clínica | Información Comercial | Agricultura Específica por Sitio | Servicios | Biblioteca | Publicaciones | Iniciar

Inicio | AEPS | Zonificación agroecológica (suerte agroecológica) | Grupo de humedad

**Grupos de humedad**

La información que se presenta a continuación fue tomada del documento sobre refinamiento y validación de los grupos de humedad que se encuentra disponible en la biblioteca de Cenicaña.

Los grupos de humedad identifican zonas en donde ocurren niveles similares de exceso o déficit de humedad en el suelo.

Para la clasificación del área en grupos de humedad se tuvo en cuenta el balance hídrico regional calculado para el cultivo de la caña de azúcar, junto con la información de los estudios detallados de suelos acerca de la permeabilidad del suelo, la pendiente del terreno, la presencia de nivel freático y su profundidad y la presencia de signos de mal drenaje y su profundidad (grietas y roturas).

En el cálculo del balance hídrico, la precipitación fue determinada con una probabilidad de exceso de 73%, que se puede interpretar también como el valor mínimo de precipitación que se obtendrá en 7.3 años en un periodo de 10 años; es decir que solamente en 2.3 años de 10, es probable que ocurran eventos de precipitación menores al valor esperado.

**Descripción de los grupos de humedad**

**ZONA AGROECOLÓGICA 11H1 (22975 ha)**  
Toda la industria. Enero 2003 - diciembre 2012

● Variedades seleccionadas (rendimiento anual (%)) en el momento de evaluación.  
● Variedades presentadas (no evaluadas) y sus rendimientos en evaluación (rendimiento anual (%)).  
● Variedades no seleccionadas (rendimiento anual (%)) en el momento de evaluación en el sitio.

\* Un resumen de la información encontrada en el servidor de mapas sobre grupos homogéneos de suelos y grupos de humedad se presenta en los cuadros 4 y 7 (unidad de aprendizaje 1). Las zonas agroecológicas para el cultivo de caña de azúcar (cuarta aproximación) resultan de combinar la información agroclimática correspondiente a 33 grupos homogéneos de suelos (GHS) y seis grupos de humedad (GH). La nomenclatura de las zonas agroecológicas está definida por un número inicial entre 1 y 33 (identifica el GHS) seguido de la letra 'H' unida a un número entre 0 y 5 (identifica el GH). Así, por ejemplo, la zona agroecológica 11H1 reúne los suelos clasificados en el grupo homogéneo de suelos N.º 11, donde prevalecen las características del grupo de humedad N.º 1.

- De acuerdo con la información obtenida del servidor de mapas y teniendo en cuenta el documento entregado por el facilitador acerca de los criterios para la selección de la zona agroecológica de mayor influencia en una suerte de caña, **identifique y seleccione la zona agroecológica más representativa para el manejo agronómico de la suerte analizada.**

Registre la información en la hoja de respuestas.

### 3 Consulte los datos históricos de productividad en la suerte

- Para consultar históricos de productividad de la suerte (TCH, TAH y rendimiento), **elija la opción de su interés.** Por ejemplo:

*Mapas temáticos:*

*Productividad > TCH > 2011*

El servidor de mapas muestra el rango de productividad (TCH) en la suerte. En el ejemplo, en el año 2011, el rango es: 120-140 TCH.

- Para ver información detallada de la **productividad en la suerte**, pulse el botón que se encuentra en la parte superior del mapa:

*"Información"*

**Nivel de información**

Ingenio: Ingenio Manuelita  
 Hacienda: RITA\_000003 [000003]  
 Suerte: 000023

**Mapas temáticos**

Agroecología: Seleccione  
 Climatología: Seleccione  
 Productividad: TCH | Año: 2011  
 Prohibición de quemas: Seleccione  
 Edad actual del cultivo  
 Suertes con mes(es) en:

**Seguimiento al cultivo (imágenes de satélite)**

Ubicar píxeles sobre el mapa ( MODIS - EVI )  
 Estado vegetativo del cultivo (EVI) / 08/06/2012

**Herramientas**

Ver en Google Earth  
 Comparador de Mapas ( capturar | borrar )  
 Seleccione Comparar Suerte  
 Información Satelite GOES / NASA  
 Identificador de Coordenadas  
 Localización Experimentos Cenicaña  
 Ubicación General RMA

**Controles**

Desplazamiento  
 Zoom  
 Coberturas  
 Referencia

**Información** Identificar Leyenda Herramientas Imprimir

**Leyenda**

Toneladas de caña por hectárea 2011  
 Ingenio Manuelita /  
 RITA\_000003 [000003] /  
 MN000003000023

Vías secundarias

- < 60 TCH
- 60-80 TCH
- 80-100 TCH
- 100-120 TCH
- 120-140 TCH
- 140-160 TCH
- >160 TCH

Toneladas de caña por hectárea 2011  
 Ingenio Manuelita / RITA\_000003 [000003] / MN000003000023

En la pantalla aparece una nueva ventana con la información detallada de la consulta: productividad histórica en la suerte (datos anuales de la década previa a 2011)



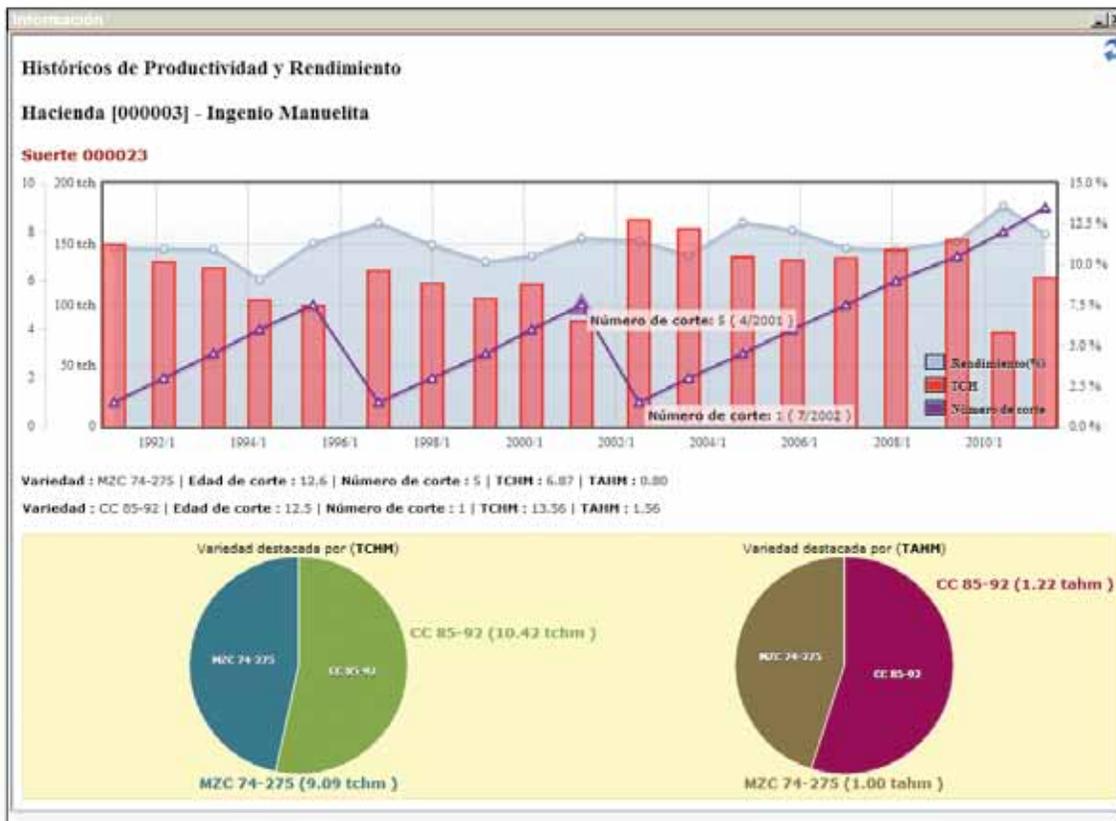
Hacienda RITA_000003 [000003] - Ingenio Manuelita							
Suerte 000023							
Productividad de caña y azúcar por hectárea							
Año	Número de cortes Año	Área cosechada (ha)	TCH	TAH	Edad (meses)	Rendimiento (%)	
1991	1	27	150	16.5	13	11	
1992	1	27	134.9	14.8	12.3	2	11
1993	1	27	130.1	14.3	12.9	3	11
1994	1	27	103.5	9.4	12.8	4	9.1
1995	1	27	99.5	11.3	13.7	5	11.3
1996	1	27	127.7	16.1	13	1	12.6
1998	1	27	117.5	13.2	13.5	2	11.2
1999	1	24.5	104.9	10.7	12.5	3	10.2
2000	1	24.5	116.9	12.3	12.7	4	10.5
2001	1	24.5	86.5	10.1	12.6	5	11.6
2002	1	23.7	169.5	19.5	12.5	1	11.5
2003	1	23.7	162.6	17.2	13.6	2	10.8
2004	1	23.7	139.2	17.5	13.7	3	12.4
2005	1	23.7	136.5	16.6	13.5	4	12.1
2007	1	23.7	138.1	15.2	14	5	11
2008	1	23.7	145.1	15.9	13	6	10.9
2009	1	23.9	153.2	17.6	15.2	7	11.5
2010	1	9.5	77.1	10.5	9.2	8	13.6
2011	1	9.5	121.7	14.5	14.3	9	11.9

Consulte los históricos de productividad en forma gráfica. Haga clic en el botón:

"Versión interactiva"



Los gráficos interactivos muestran los datos cuando se pasa el cursor sobre las distintas variables. La información se refiere a las variedades de caña de azúcar cosechadas en los últimos diez años.



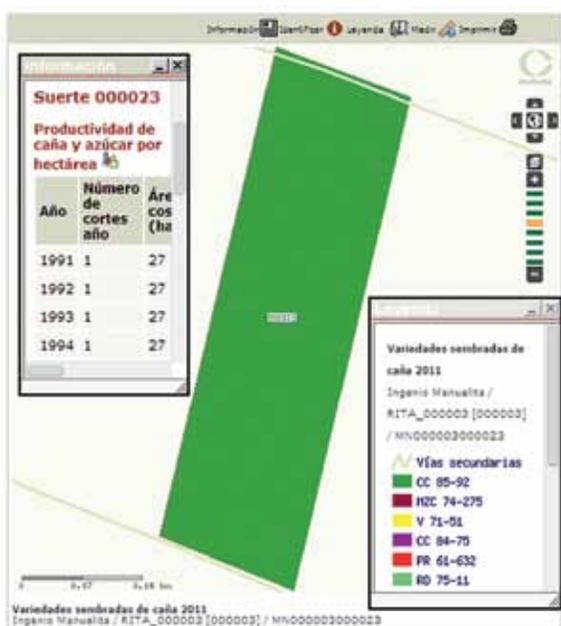
Esta imagen fue retocada con fines didácticos

- Para ver el mapa con la distribución de las variedades en la suerte, seleccione:

*Mapas temáticos:*

*Productividad > variedad > 2011*

- Aparece el mapa de la suerte y con colores las variedades cosechadas. Ejemplo: año 2011, variedad CC 85-92.



De acuerdo con la información presentada, identifique la variedad cosechada en la suerte de interés (por ejemplo en 2010 y 2011). Registre los datos en la hoja de respuestas.

## 4 Identifique la estación RMA de influencia en la suerte

La red meteorológica automatizada (RMA) está conformada por 34 estaciones meteorológicas. Para definir el área de influencia de cada estación, en el diseño de la red se aplicó la metodología de estadística espacial de los polígonos de Thiessen.

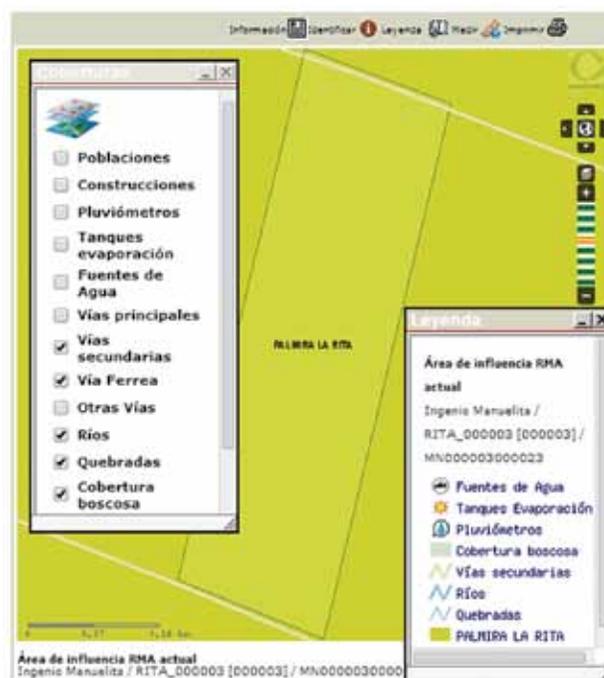
Los polígonos de Thiessen se crean al unir puntos entre sí, trazando las mediatrices de los segmentos de unión. Las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos, lo cual designa su área de influencia.

- Para consultar la estación meteorológica de influencia en la suerte, elija:

*Mapas temáticos:*

*Climatología > Área de influencia RMA actual*

- En el mapa se identifica la estación RMA.



- Consulte dónde está ubicada la estación automática. Pulse: "Información"

Una ventana nueva muestra la ubicación de la estación y los enlaces para consultar los datos de las variables atmosféricas.



- Ingrese a la herramienta de consultas interactivas de la RMA. Pulse:

"Base de datos de la RMA"



- Para concluir la práctica, consulte la base de datos de la RMA y tome nota de los valores de precipitación y evaporación registrados en la estación meteorológica de interés, de acuerdo con las orientaciones del facilitador. Ejemplo: estación Palmira La Rita, 15 de agosto de 2010 y 15 de agosto de 2011.

### Hoja de respuestas



Ingenio:		Datos de la suerte	
Hacienda:		Zona agroecológica:	
Suerte:		Estación RMA:	
Productividad	Periodo:	Periodo:	Observaciones
Variedad			
Área cosechada (ha)			
TCH			
TAH			
Rendimiento (%)			
Edad de corte (meses)			
TCHM			
TAHM			
Número de corte			
Mes de cosecha			
Clima	Periodo:	Periodo:	Observaciones
Precipitación (mm)			
Evaporación (mm)			

## Servidor de mapas

### Identifiquemos la información asociada a una suerte

#### Orientaciones para la retroinformación

- Conceda la palabra al relator de cada grupo para que exponga los resultados de la práctica.
- En una mesa redonda comente los resultados con los grupos de trabajo y escuche sus experiencias al participar en la actividad.

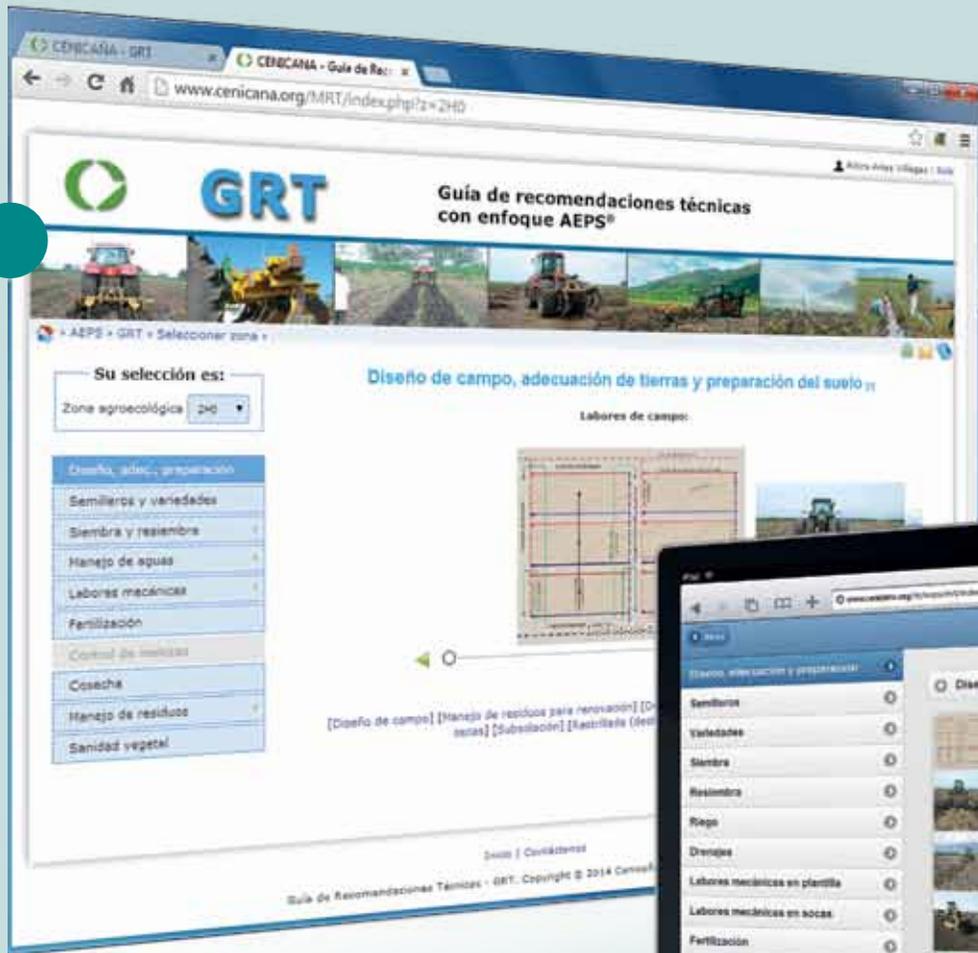
#### Los participantes deben expresar sus opiniones sobre:

- Los criterios por tener en cuenta al momento de identificar la zona agroecológica de mayor influencia en una suerte de caña donde confluyen dos o más zonas agroecológicas.
- La importancia de identificar las tecnologías agronómicas específicas para una suerte de acuerdo con sus características agroecológicas.
- La posible explicación acerca del comportamiento de la productividad en la suerte.
- La utilidad de conocer la estación meteorológica automatizada de influencia en la suerte.

## Uso e interpretación de la guía de recomendaciones técnicas (GRT) con enfoque AEPS®

86	Introducción
86	Preguntas iniciales
86	Objetivos de aprendizaje
87	Estructura de aprendizaje
88	<b>Guía de recomendaciones técnicas (GRT) con enfoque AEPS</b>
88	Gestión de información técnica para la GRT
90	<b>Manejo agronómico de la caña de azúcar por zona agroecológica</b>
91	Diseño y adecuación de suertes
92	Preparación de suelos y labores de cultivo mecánicas
93	Variedades de caña de azúcar
94	Sistemas y densidad de siembra
95	Manejo de aguas
95	• Sistema de programación de los riegos
97	• Métodos de riego
97	• Control administrativo del riego
98	Nutrición y fertilización
98	Manejo de malezas
98	Cosecha
98	Manejo de residuos
98	Sanidad vegetal
99	<b>Práctica 1.</b> Guía de recomendaciones técnicas, GRT. Identifiquemos las recomendaciones de manejo agronómico para una suerte cultivada con caña de azúcar

versión para web  
www.cenicana.org/aeps/mrt.php



versión para smartphones y tablets  
m.cenicana.org/



## Introducción

La tercera unidad de aprendizaje está dedicada a la guía de recomendaciones técnicas (GRT) (Isaacs y Silva, 2012), herramienta que hace parte del sistema de información AEPS disponible en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org).

La GRT integra el conocimiento validado en forma participativa por Cenicaña, ingenios y cañicultores en el valle del río Cauca acerca de las prácticas de agricultura específica por sitio más adecuadas al desarrollo del cultivo en una suerte de caña (Isaacs *et al.*, 2011).

La función de esta herramienta es orientar y apoyar a los productores de caña de azúcar en sus decisiones técnicas de manejo agronómico, facilitando la información pertinente acerca de las zonas agroecológicas y las tecnologías recomendadas en cada una, con énfasis en la calidad de las labores de campo. El objetivo es optimizar la productividad de la caña de azúcar con un manejo agronómico sostenible en términos económicos y ambientales.

### Preguntas iniciales

El facilitador debe formular las preguntas iniciales para motivar a los participantes a introducirse en el tema y para que se formen una idea general acerca de qué tanto saben sobre la materia de aprendizaje. Establezca un diálogo abierto con los participantes a partir de las preguntas listadas a continuación, las cuales pueden ser complementadas según su criterio:

- ¿Qué conocen acerca de la agricultura específica por sitio, AEPS?
- ¿Qué saben acerca de la guía de recomendaciones técnicas, GRT?
- ¿Qué saben sobre el manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar con enfoque de AEPS?
- ¿Qué conocen acerca de la clasificación de ambientes para la ubicación de variedades de caña de azúcar?
- ¿Qué saben sobre la reagrupación de los grupos homogéneos de suelos en grandes grupos para la preparación de suelos, GGPS?

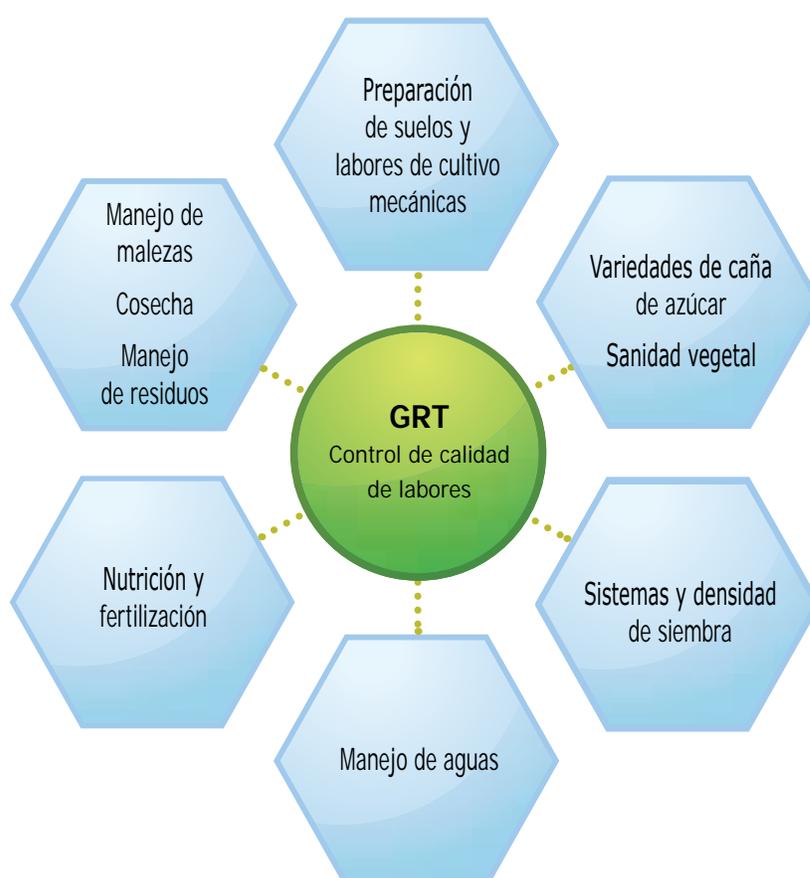
### Objetivos de aprendizaje

Al finalizar la tercera unidad de aprendizaje los participantes estarán en capacidad de:

- Utilizar eficientemente la herramienta GRT, guía de recomendaciones técnicas disponible en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)
- Utilizar la tecnología de agricultura específica por sitio para el manejo agronómico de una suerte cultivada con caña de azúcar.

## Estructura de aprendizaje

Guía de recomendaciones técnicas (GRT) con enfoque de AEPS®



La estructura de la tercera unidad de aprendizaje está concebida para que los participantes conozcan los criterios técnicos básicos acerca de la tecnología de producción agrícola validada en cada zona agroecológica y adquieran las habilidades y las capacidades necesarias para usar la GRT e interpretar las recomendaciones que entrega la herramienta.

Se presentan los contenidos temáticos que componen la GRT y se describe el proceso de gestión de la información técnica que permitió la construcción de la herramienta y la generación de una guía de recomendaciones técnicas con enfoque AEPS para el manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Finalmente se dan las orientaciones y las instrucciones para desarrollar una práctica con los participantes, diseñada para que se familiaricen con la herramienta.



## Guía de recomendaciones técnicas (GRT) con enfoque AEPS

La GRT es una herramienta dinámica que contiene información técnica actualizada sobre el manejo agronómico del cultivo de caña en cada zona agroecológica identificada en el valle del río Cauca. Su finalidad es orientar al productor de caña sobre las aplicaciones y prácticas de la AEPS que mejor se adaptan al sistema de producción en una suerte de interés.

El desarrollo de esta herramienta surgió como una estrategia de Cenicaña para facilitar la transferencia de la tecnología de AEPS en la agroindustria azucarera colombiana (Isaacs *et al.*, 2011). El objetivo es ofrecer un sistema de información 'siempre disponible' que contribuya a promover e impulsar la adopción de las nuevas tecnologías en las unidades productivas con caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Desde el año 2011 se encuentra disponible la herramienta GRT como parte del sistema de información AEPS en web para usuarios con clave, quienes pueden acceder a la versión clásica en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) y a la versión para móviles en [m.cenicana.org](http://m.cenicana.org).



## Gestión de información técnica para la GRT

El marco de referencia para la definición de las zonas agroecológicas se basó en los principios metodológicos utilizados en la cuarta aproximación de la zonificación agroecológica (**figura 1**) y sus aplicaciones (Carbonell *et al.*, 2011). Para la definición del contenido técnico, las recomendaciones fueron analizadas de acuerdo con los resultados de los experimentos de validación de tecnología por zona agroecológica en condiciones de producción comercial (Isaacs *et al.*, 2011).

La gestión de la información y la documentación de las recomendaciones técnicas sobre el manejo agronómico del cultivo se fundamentó en:

- **Resultados de las investigaciones realizadas por Cenicaña** en el mejoramiento genético y la obtención de variedades de caña de azúcar seleccionadas para los diferentes ambientes del valle del río Cauca y en el manejo agronómico del cultivo por zona agroecológica.
- **Aportes y conceptos de grupos focales de expertos**, que incluyen las experiencias de investigadores de Cenicaña, profesionales de los ingenios azucareros y edafólogos y reconocedores de suelos de probada competencia, con quienes se realizaron talleres participativos y se identificaron las mejores prácticas agronómicas para el cultivo en asuntos técnicos específicos.
- **Resultados del análisis de datos de la producción comercial** y su relación con la zonificación agroecológica en las unidades productivas.
- **Resultados de los experimentos de validación participativa de tecnología** por zona agroecológica realizados por Cenicaña en fincas de productores.
- **Revisión de literatura**, documentos de trabajo y publicaciones divulgativas.

Zonas agroecológicas

1H0	8H5	16H4	25H3
1H1	9H1	16H5	25H4
1H2	9H2	17H2	25H5
1H3	9H3	17H3	26H0
1H4	9H4	17H4	26H1
1H5	9H5	17H5	26H2
2H0	10H0	18H0	26H3
2H1	10H2	18H1	26H4
2H2	10H3	18H2	27H0
2H3	10H4	18H3	27H1
2H4	10H5	18H4	27H3
3H1	11H0	18H5	27H4
3H2	11H1	19H0	28H2
3H3	11H2	19H1	28H3
3H4	11H3	19H2	28H4
3H5	11H4	20H1	29H0
4H1	11H5	20H2	29H1
4H2	12H1	20H3	29H2
4H3	12H2	20H4	29H3
5H1	12H3	20H5	30H0
5H2	12H4	21H0	30H1
5H3	13H0	21H1	30H2
5H4	13H1	21H2	30H3
5H5	13H2	21H3	30H4
6H0	13H3	22H0	31H0
6H1	13H4	22H1	31H1
6H2	13H5	22H2	31H2
6H3	14H1	22H3	31H3
6H4	14H2	22H4	31H4
6H5	14H3	22H5	32H0
7H0	14H4	23H0	32H1
7H1	14H5	23H1	32H2
7H2	15H0	23H2	32H3
7H3	15H1	23H3	32H4
7H4	15H2	23H4	33H0
8H1	15H3	24H2	33H1
8H2	16H1	24H3	33H2
8H3	16H2	24H4	33H3
8H4	16H3	25H2	33H4

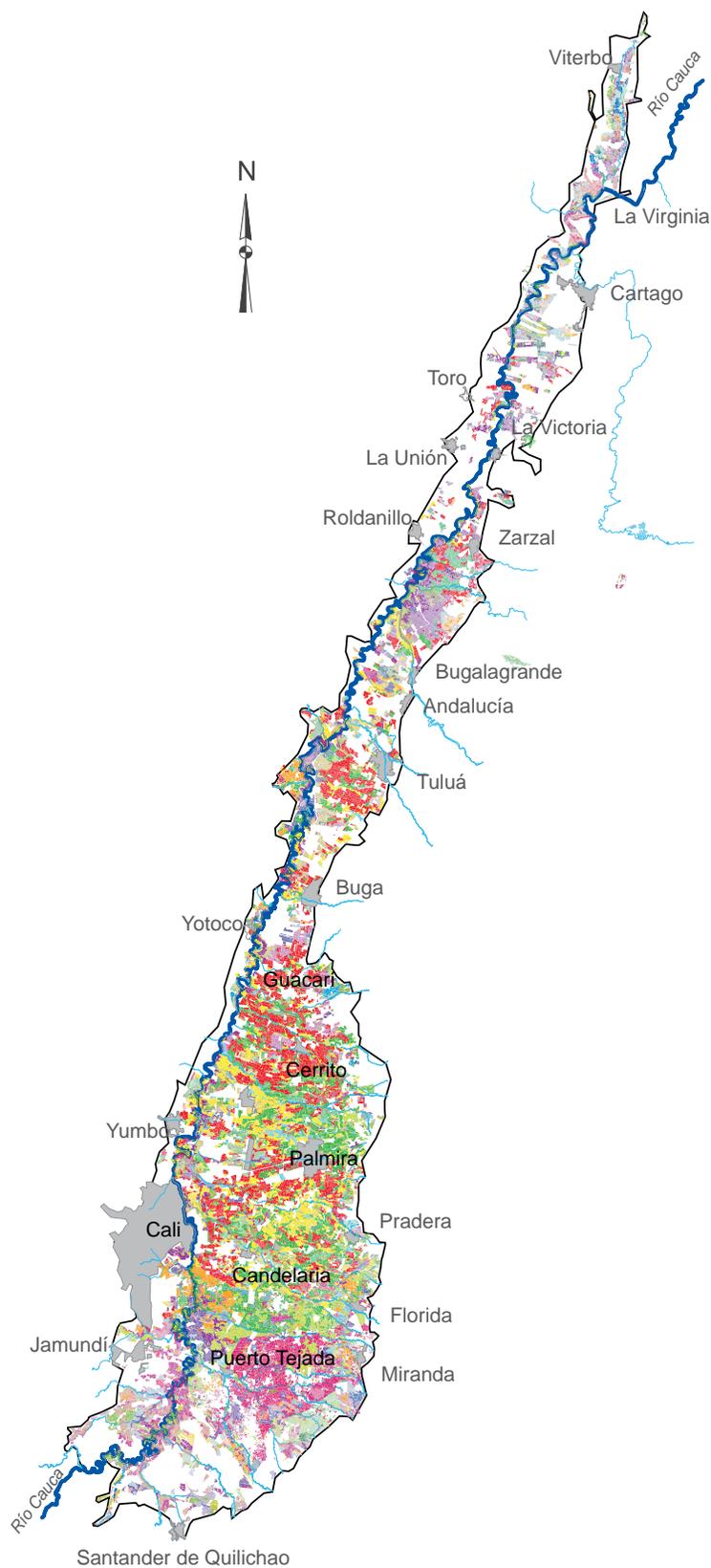


Figura 1.

Zonificación agroecológica del valle del río Cauca (cuarta aproximación).



## Manejo agronómico de la caña de azúcar por zona agroecológica

La GRT contiene recomendaciones sobre el control de calidad de cada una de las labores que se realizan en el cultivo de la caña de azúcar, antes de su inicio, durante su ejecución y una vez finalizadas. Son pautas que facilitan al cañicultor el control en el campo de los factores que afectan la calidad de las labores de cultivo y que influyen en la productividad. Como referencia inicial para la estructuración de la GRT se utilizó la "Guía para el control de calidad de las labores del cultivo de la caña de azúcar" elaborada por el Ingenio Risaralda, Fundeagro y Cenicaña (Ingenio Risaralda, 2006).

El manejo agronómico caracterizado para cada zona agroecológica en la GRT, incluye: desde el diseño, adecuación y preparación del suelo para la siembra hasta la cosecha de la caña y el manejo de residuos poscosecha.

### Categorías de contenido técnico en la GRT

- Diseño de campo, adecuación y preparación de suelos
- Semilleros y variedades
- Sistemas de siembra y resiembra
- Manejo de aguas: riego y drenaje
- Labores mecánicas en plantilla y soca
- Nutrición y fertilización
- Control de malezas
- Cosecha y manejo de residuos
- Sanidad vegetal





## Diseño y adecuación de suertes

Para definir los criterios de diseño del campo y adecuación de las suertes se tuvieron en cuenta los grupos de humedad caracterizados para la zonificación agroecológica del valle del río Cauca, y se consideraron las diferencias entre las zonas influidas por los grupos de humedad H0, H1 y H2 (zonas secas) y las influidas por los grupos de humedad H3, H4 y H5 (zonas húmedas).

En los requisitos básicos para las decisiones de diseño y adecuación se cuentan los planos topográficos de la suerte con curvas de nivel, información de las propiedades físicas de los suelos, las características agroecológicas y la infraestructura existente.

Los criterios de diseño de campo se basan en los resultados de evaluaciones en zonas secas y zonas húmedas, donde se identificaron diferencias según la condición de humedad del suelo, principalmente en los aspectos relacionados con: la longitud y el espaciamiento entre surcos para la cosecha y para el manejo del agua de riego, la geometría del surco (altura), la profundidad de las acequias de drenaje y la distancia entre colectores (Cruz, 2010a).

### Criterios de diseño de campo

Zonas secas	Zonas húmedas
Nivelación de precisión	Nivelación de precisión
Surcos colineales entre tablones con un ángulo no mayor que 15° con respecto a la línea del surco anterior	Surcos colineales entre tablones con un ángulo no mayor que 15° con respecto a la línea del surco anterior
Espaciamiento entre surcos: 1.65 m o 1.75 m	Espaciamiento entre surcos: 1.50 m o 1.65 m
Longitud de campo para cosecha: 300 - 400 m (unir dos o tres tablones de 120 m o 150 m)	Longitud de campo para cosecha: 90 - 110 m
Longitud de surco para riego: 120 - 150 m	Longitud de surco para riego: 90 - 110 m
Geometría surco trapezoidal. Altura: 10 - 15 cm	Geometría surco trapezoidal. Altura: 20 cm
Ancho de calzada en callejones terciarios: 5 m	Ancho de calzada en callejones terciarios: 5 m
Acequias de drenaje en forma de batea de 15 cm de profundidad, con pendiente uniforme y descarga libre a colector.	Acequias de drenaje en forma de batea de 20 cm de profundidad, con pendiente uniforme y descarga libre a colector.
Politubulares o tubería rígida con compuertas en reemplazo de las acequias de riego.	Politubulares o tubería rígida con compuertas en reemplazo de las acequias de riego, donde sea viable económicamente.
Colectores cada 400 - 600 m en la dirección del surco, previo diseño de los requerimientos de drenaje.	Colectores cada 200 - 400 m, previo diseño de los requerimientos de drenaje.



## Preparación de suelos y labores de cultivo mecánicas

Para identificar y definir las prácticas de preparación de suelos y labores de cultivo mecánicas se realizaron talleres de trabajo con un grupo focal de expertos en preparación de suelos, ingenieros agrónomos e ingenieros agrícolas de los ingenios azucareros, investigadores de Cenicaña, edafólogos y reconocedores de suelos. El grupo focal trabajó con base en nueve grandes grupos para la preparación de suelos (GGPS) (Isaacs *et al.*, 2008) resultantes de reagrupar los 33 grupos homogéneos de suelos (GHS) que reúnen los suelos del valle del río Cauca identificados en estudios detallados.

Para la reagrupación de los 33 GHS se tuvieron en cuenta como criterios fundamentales la familia textural, el régimen de humedad y la profundidad efectiva del suelo, y se definieron nueve GGPS con las características que se indican en el **cuadro 1**.

En los talleres, los participantes se asociaron de acuerdo con su conocimiento y experiencia en preparación de suelos en cada una de las zonas de influencia de los grandes grupos en los ingenios azucareros. La información y las prácticas de preparación de suelos y labores de cultivo mecánico identificadas y caracterizadas para cada GGPS y para cada zona agroecológica y suerte de caña se encuentran disponibles en la GRT.

**Cuadro 1.** Características generales de los grandes grupos de preparación de suelos (GGPS) y grupos homogéneos de suelos (GHS) que los integran.

GGPS	Características generales*	GHS	Área (ha)
1	Suelos de texturas muy fina, fina, L fina, Ar/F o Ar/A, secos, algunos con horizonte argílico. Limitados por escasez de macroporos y permeabilidad lenta.	1 - 2 - 6 - 7 - 15 - 23 -24	74,882
2	Suelos de texturas muy fina, fina, F o F fina, secos o húmedos, algunos con argílico. Limitados por escasez de macroporos y nivel freático superficial.	3 - 4 - 8 - 12	8,737
3	Suelos de texturas muy fina, fina, F fina, L fina o F gruesa/Ar, ácuicos o húmedos. Limitados por permeabilidad lenta, nivel freático superficial.	5 - 9 - 10 - 14 - 16 - 17	35,181
4	Suelos de texturas F, F fina, A, A/Ar o A/L, secos o húmedos, bien drenados.	11 - 13 - 21 - 32	69,595
5	Suelos de textura F gruesa, ácuicos, superficiales. Limitados por nivel freático superficial.	20	353
6	Suelos de textura F gruesa, secos, bien drenados. Limitados por permeabilidad rápida.	18 - 19	11,321
7	Suelos F gruesos esqueléticos, E Ar/A, F finos/E A, E A, E F, fragmentales, secos, superficiales, bien drenados. Limitados por fragmentos rocosos en el perfil o subsuperficie.	22 - 29 - 30 - 31 - 33	13,237
8	Suelos Ar/F, secos, superficiales, drenaje pobre. Limitados por nivel freático superficial.	25	585
9	Suelos Ar/E Ar o Ar/E F, secos o húmedos, superficiales. Limitados por permeabilidad lenta, argílicos y fragmentos rocosos en el perfil o subsuperficie.	26 - 27 - 28	2,875

\* Ar: arcillosa; A: arenosa; E: esquelética; F: franca; fragm: fragmental; f: fina; g: gruesa; L: limosa; mf: muy fina.

## Variedades de caña de azúcar

La decisión sobre cuál variedad sembrar en una zona agroecológica determinada se basa en los datos de productividad de las variedades cosechadas a escala comercial y semicomercial en el valle del río Cauca, de acuerdo con los criterios de análisis dados por el programa de variedades y el servicio de análisis económico y estadístico de Cenicaña.

La metodología estadística incorporada en la GRT consiste en un análisis de agrupamiento de las zonas agroecológicas basado en los datos de producción comercial de las variedades de mayor influencia en el área cultivada con caña de azúcar en el valle del río Cauca durante un período de diez años.

- Se conforman grupos de zonas agroecológicas a partir del análisis de agrupamiento (*clustering*) por el método de Ward\* (varianza mínima). Como variable de agrupación se tienen en cuenta las toneladas de caña por hectárea (TCH) obtenidas por las siete variedades principales cosechadas en el período analizado.
- En cada ambiente de cultivo (seco-semiseco, húmedo y piedemonte) se agrupan las zonas agroecológicas en las cuales las variedades presentan una productividad similar, de tal manera que en cada grupo (*cluster*) se reúnen las zonas agroecológicas homogéneas en términos de TCH. Se obtiene el promedio de productividad por grupo.
- Con esta agrupación se espera que la productividad de una variedad en una zona agroecológica sea similar a la productividad de la misma variedad en las demás zonas agroecológicas que conforman el *cluster*.
- La GRT muestra las variedades que presentan una productividad superior o similar a la obtenida en, al menos, una de las zonas agroecológicas que conforman el *cluster*.



\* El método de Ward utiliza la distancia entre grupos, que cumple con el objetivo de buscar clases que tengan menos inercias intra-clases como criterio de homogeneidad estadística.

A manera de ejemplo, en el **cuadro 2** se presenta la media de productividad de las variedades CC 85-92, CC 84-75, MZC 74-275, V 71-51, PR 61-632, CC 93-4181 y CC 93-4418 en el período 2003-2012 en las once zonas agroecológicas que hacen parte del *cluster* N.º 2, uno de los diez grupos de zonas conformados en el ambiente seco-semiseco. Igual número de grupos fueron identificados en los ambientes húmedo y de piedemonte.

**Cuadro 2.** Zonas agroecológicas del *cluster* N.º 2 (ambiente seco-semiseco) y su productividad media en el período 2003-2012 con siete variedades principales.

Zona agroecológica	Área (ha)	TCH	Rto. (%)	TAH	Desviación estándar	
					TCH	Rto. (%)
10H2	8,164	125.5	11.9	14.9	25.7	1.1
14H2	5,639	124.2	11.6	14.5	25.5	1.1
15H1	32,796	124.8	11.6	14.5	25.6	1.1
18H1	20,564	126.1	11.4	14.4	27.0	1.2
22H1	686	126.7	11.0	14.0	21.0	1.1
30H0	10,827	126.9	11.8	15.0	22.5	1.0
32H2	615	124.3	11.9	14.7	19.2	1.1
33H0	876	127.0	11.5	14.7	25.0	1.2
5H2	16,688	127.6	12.1	15.4	23.5	1.1
6H1	209,063	125.4	11.8	14.8	24.9	1.1
8H1	650	127.6	10.9	13.9	26.9	1.2
Totales y medias	306,568	125.6	11.8	14.8	24.9	1.1



## Sistemas y densidad de siembra

El sistema de siembra por utilizar en cada suerte se define con referencia en los grandes grupos de preparación de suelos (GGPS) como indicador de las condiciones agroecológicas. La GRT orienta acerca de la distancia entre surcos y la disposición de los esquejes (profundidad y densidad de siembra), entre otros aspectos técnicos de la siembra.

El **cuadro 3** muestra el sistema de siembra con paquetes de semilla vegetativa de 30 esquejes, cada uno de 60 cm, recomendado en cada GGPS. Las diferencias entre grupos se relacionan con el régimen de humedad de los suelos.

**Cuadro 3.** Sistema de siembra de caña de azúcar de acuerdo con los grandes grupos de preparación de suelos (GGPS).

GGPS	Grupos homogéneos de suelos (GHS)	Distancia entre paquetes de semilla (m)	Sistema de siembra
1	1 - 2 - 6 - 7 - 15 - 23 - 24	10 - 12	Fondo del surco
2	3 - 4 - 8 - 12	10	Lomo
3	5 - 9 - 10 - 14 - 16 - 17	10 - 11	Lomo
4	11 - 13 - 21 - 32	12 - 14	Fondo del surco
5	20	10 - 11	Lomo
6	18 - 19	10 - 11	Fondo del surco
7	22 - 29 - 30 - 31 - 33	12 - 14	Fondo del surco
8	25	10	Lomo
9	26 - 27 - 28	10 - 11	Fondo del surco



## Manejo de aguas

Las recomendaciones sobre el manejo de aguas en la GRT se basan en las tecnologías de riego adecuadas en las zonas agroecológicas del valle del río Cauca, con referencia en la investigación coordinada por el programa de agronomía de Cenicaña (Cruz, 2010b), la validación participativa de tecnologías con enfoque AEPS y el seguimiento dinámico del cambio técnico en las unidades productivas (Isaacs *et al.*, 2011).

### Sistema de programación de los riegos

La programación de los riegos en las unidades productivas se fundamenta en el balance hídrico, que tiene en cuenta las relaciones suelo-agua-planta-atmósfera y responde a dos interrogantes del agricultor: cuándo regar y cuánto regar.

Para la programación del riego mediante el balance hídrico es necesario determinar en el sitio de cultivo los valores de las constantes físicas de humedad del suelo: capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente y lámina de agua rápidamente aprovechable (**apéndice técnico 8**). Se recomienda hacer las determinaciones en el laboratorio, en muestras de suelo tomadas en sitios representativos de las zonas agroecológicas verificadas en la suerte. Se requieren además algunos datos del cultivo, como la edad de la caña y el número de corte, información de los riegos aplicados en cada suerte y, por supuesto, los valores diarios de precipitación y evaporación.

Estos parámetros se encuentran integrados en el balance hídrico priorizado v.4.0., junto con el parámetro de precipitación efectiva y la función continua de K según la edad de la caña.

### Precipitación efectiva

El valor de la precipitación efectiva es necesario para el cálculo del balance hídrico, especialmente cuando la caña es mayor de cuatro meses de edad. Para estimarlo se requiere el valor de precipitación que se mide en un pluviómetro representativo de las condiciones del sitio de cultivo.

En las investigaciones de Cenicaña en el valle del río Cauca se determinó que:

- En eventos de precipitación con valores menores que 12 mm, la precipitación efectiva es aproximadamente el 80% del valor medido en el pluviómetro.
- En eventos de precipitación superior a 12 mm la precipitación efectiva es alrededor del 90%.

### Para tener en cuenta en el balance hídrico

- La contabilidad para el balance hídrico se debe iniciar después de un evento de precipitación o un evento de riego que garantice que el suelo queda a capacidad de campo.
- Tanto en caña plantilla como en socas, es recomendable iniciar la contabilidad para el balance hídrico con el primer riego de fertilización. De esta manera, el valor de la LARA se convierte en la base numérica para iniciar la contabilidad del agua en el suelo, a la cual se le resta el consumo de agua por la planta (evapotranspiración del cultivo, de acuerdo con la edad) y se le suman los aportes de agua por la precipitación y por el riego.
- Los valores de precipitación diaria para el balance deben ser medidos directamente en un pluviómetro (o en varios según el área) instalado en la unidad productiva.
- El balance hídrico priorizado v.4.0 captura automáticamente los valores de evaporación desde la base de datos de la red meteorológica automatizada (RMA). Cenicaña publica en el sitio web los boletines diarios de la RMA, compuesta por 34 estaciones. En el servidor de mapas del sistema de información AEPS en web se puede identificar la estación automática de influencia en cada suerte de caña.

### Función continua de K

En relación con el empleo de una función continua de K según la edad del cultivo, estos son los valores determinados por Cenicaña que se incluyen en el programa de balance hídrico priorizado, versión 4.0.

Edad de la caña (meses)	Factor K de cultivo
0 - 3	0.3
3 - 4	0.4
4 - 5	0.6
5 - 6	0.7
6 - 8	0.8
8 - 10	0.7
10 - 11	0.6
> 11	0.5

## Métodos de riego

En la GRT se proponen formas de aplicación del riego para campos con residuos y espaciamientos de 1.50 m y 1.75 m entre surcos. En cada caso se estima el ahorro potencial de agua y el beneficio económico.

### Riego por surcos alternos y recomendación según el suelo

Para el método de riego por surcos alternos se excluyen los campos con grupos homogéneos de suelos (GHS) que pertenecen a las familias texturales francosa gruesa, arenosa y esquelética francosa, en las cuales el riego por surco alterno presenta limitaciones debido a las características de infiltración del agua en el suelo. Los GHS excluidos son: 18, 19, 20, 21, 22, 31, 32 y 33. Es decir, en suelos arenosos con alta capacidad de infiltración el riego por gravedad debe realizarse por surco continuo de tal manera que se garantice el suministro de agua a los surcos donde se encuentra la caña (**cuadro 4**).

#### Cuadro 4.

Grupos homogéneos de suelos donde se recomienda el riego por surcos alternos y donde no se recomienda.

Grupo homogéneo de suelos	Se recomienda el riego por surcos alternos
1 - 17	Sí
18 - 22	No
23 - 30	Sí
31 - 33	No

## Control administrativo del riego

El control administrativo del riego consiste en medir los parámetros de operación del riego directamente en el campo con el fin de determinar los indicadores de calidad de la labor, a partir de los cuales se identifican las acciones de mejora y se planea su implementación.

En la versión 4.0 del balance hídrico disponible en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) se incluye la herramienta del control administrativo del riego (CAR), la cual puede ser usada vía internet en computadores fijos y en dispositivos móviles.

La herramienta calcula el valor de los indicadores de control del riego a partir de datos registrados por el usuario acerca del caudal por surco y por frente de riego, y los parámetros de operación: hora de llegada del agua y del regador al sitio de riego, tiempo de avance del agua en el surco, número de surcos regados por jornada y longitud y espaciamiento de los surcos.

Los indicadores principales del CAR son: volumen de agua utilizado, eficiencia de aplicación y eficiencia administrativa.

## Nutrición y fertilización

De igual forma que en otras áreas, se recopilaron los resultados de la investigación de Cenicaña sobre la nutrición de la caña de azúcar y las mejores prácticas por zona agroecológica. Con base en esto la GRT contiene información sobre niveles críticos de nitrógeno, fósforo y potasio para la fertilización, las dosis de nutrimentos de acuerdo con niveles críticos, y recomendaciones de uso de un sistema experto de fertilización desarrollado por Cenicaña.

La GRT instruye sobre el número de aplicaciones de fertilizantes en cada zona agroecológica y el fraccionamiento o no de las aplicaciones de nitrógeno, así como las épocas, fuentes y métodos de fertilización más recomendables.

## Manejo de malezas

Se incluyó en la GRT un reconocimiento taxonómico ilustrado de las plantas arvenses que crecen con mayor frecuencia en los campos cultivados con caña en el valle del río Cauca.

## Cosecha

Se incorporó en la GRT un manual sobre evaluación de los sistemas de cosecha de caña de azúcar publicado por Cenicaña (Torres *et al.*, 2009), el cual incluye protocolos y formularios para realizar evaluaciones de: biomasa y condición del cultivo, sistemas de cosecha mecanizada (desempeño de cosechadoras, determinación de materia extraña, calidad de trozos), sistemas de cosecha semi mecanizada (corte manual, alce mecanizado, determinación de materia extraña), y poscosecha (caña y residuos dejados en campo, condiciones del surco).

## Manejo de residuos

Se recopiló información sobre las prácticas de manejo de los residuos de cosecha utilizadas en los ingenios azucareros tanto en campos cosechados mecánicamente como en los cosechados manualmente. Tiene en cuenta la cantidad de biomasa producida por hectárea para definir las prácticas de manejo de los residuos.

## Sanidad vegetal

Se dispuso en la GRT, mediante un enlace con el sistema de información en web de Cenicaña, la información sobre plagas y enfermedades de la caña de azúcar y su control publicada en el sistema. Los cultivadores de caña pueden hallar en la guía información sobre las plagas y las enfermedades principales que afectan o pueden afectar el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

## Práctica 1

### Guía de recomendaciones técnicas, GRT Identifiquemos las recomendaciones de manejo agronómico para una suerte cultivada con caña de azúcar



RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/mptt](http://www.cenicana.org/mptt)

## Objetivo

Al finalizar esta práctica los participantes podrán usar la GRT como guía para el manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS y estarán en capacidad de:

- Adoptar las recomendaciones sobre adecuación de tierras y preparación de suelos por zona agroecológica, y establecer el control de calidad para cada labor.
- Identificar la variedad de caña que mejor se comporta por zona agroecológica y por ambiente, en términos de TCH y rendimiento.



GRT - AEPS® [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)  
también en versión para *smartphones* y *tablets*  
[m.cenicana.org/](http://m.cenicana.org/)

## Orientaciones para el facilitador

A continuación se dan algunas orientaciones para el desarrollo de la práctica, que se llevará a cabo en una sala dotada con computadores y acceso a internet.

- Elija: ingenio, hacienda y suerte para la práctica. Revise las recomendaciones en la GRT y organice la secuencia que seguirá para presentar la herramienta. Consulte las instrucciones para los participantes; pueden servirle de guía.
- Solicite a Cenicaña una clave temporal para utilizar la GRT. Revise las indicaciones al respecto en la práctica 1 de la unidad de aprendizaje 2 (servidor de mapas).
- Pida a los participantes que el día de la práctica traigan consigo el documento acerca de los criterios para seleccionar la zona agroecológica de influencia en una suerte (unidad de aprendizaje 1) y entrégueles además una copia impresa con las instrucciones de la presente práctica.
- Forme grupos de dos o tres personas y disponga un computador para cada grupo. Dígeles que nombren un relator e infórmeles que el tiempo previsto para la práctica son dos horas: 60 minutos para identificar la información solicitada en el software y 60 minutos para la exposición y discusión en mesa redonda.
- Explique a los participantes los objetivos de la práctica y comience la demostración indicando cómo ingresar a la GRT. Utilice el video beam.
- En las instrucciones para los participantes se toman como ejemplo las labores de adecuación y preparación de suelos, de forma que se sugiere asignar a cada grupo una labor para que preparen una exposición con las recomendaciones de la GRT, incluido el control de calidad.
- Finalmente conceda la palabra a cada relator y modere una mesa redonda acerca de los resultados y las experiencias en la actividad.

## Recursos necesarios

- Una clave temporal para ingresar al sitio web de Cenicaña en el momento de la práctica.
- Un salón con capacidad para 25 personas, con conexión a internet.
- Mínimo un computador por cada dos o tres participantes.
- Un computador y un equipo de proyección (video beam) para dirigir la práctica.
- Para cada participante: una copia de las instrucciones y del documento con los criterios para seleccionar la zona agroecológica de influencia en una suerte (unidad de aprendizaje 1).

## Práctica 1 Guía de recomendaciones técnicas, GRT

Identifiquemos las recomendaciones de manejo agronómico para una suerte cultivada con caña de azúcar

Día    Mes    Año

2 horas



Página: 1 de 4

### Instrucciones para los participantes

- En grupos de dos o tres personas, los participantes deben identificar en la GRT las recomendaciones de manejo agronómico en una suerte de caña, siguiendo las indicaciones dadas por el facilitador.
- El tiempo óptimo para la práctica son dos horas, incluidos 60 minutos de entrenamiento en la herramienta web y 60 minutos de exposición y mesa redonda.
- Para asegurar el buen desarrollo de la actividad, el grupo debe nombrar un relator y seguir paso a paso las orientaciones del facilitador. Los participantes deben tener a mano estas instrucciones y el documento de referencia sobre los criterios para seleccionar la zona agroecológica de influencia en una suerte.
- El relator se encargará de organizar una presentación que pueda hacer en un tiempo no mayor que cinco minutos. Las instrucciones al respecto se encuentran a continuación.



En smartphones y tablets  
m.cenicana.org/



## 1 Ingrese a la GRT y busque la suerte de interés

Un participante del grupo debe ingresar al sitio web [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org) y registrar la clave temporal que indique el facilitador.

Estando en el sitio web, diríjase a:

*Agricultura específica por sitio >  
Guía de recomendaciones técnicas >  
Ingresar al sistema*

Ahora seleccione el ingenio, la hacienda y la suerte por consultar. Ejemplo:

En la pantalla aparece la cartografía de la suerte con la información de las zonas agroecológicas y los suelos presentes en ella.



Amplíe la información acerca de las zonas agroecológicas y las consociaciones de suelo, con clic en los enlaces disponibles.

Página: 2 de 4

## 2 Elija la zona agroecológica de influencia en la suerte

Seleccione la zona agroecológica de influencia en la suerte. Consulte el documento con los criterios al respecto y cuando tenga una decisión haga clic en el color respectivo sobre el mapa. Ejemplo: 18H0.

La GRT muestra la zona agroecológica seleccionada, junto con el menú de labores para el manejo agronómico de la caña de azúcar.

## 3 Escoja las labores agronómicas y consulte las recomendaciones

Seleccione el grupo de labores agronómicas de su interés, de acuerdo con las opciones del menú. Haga clic en el título respectivo. Ejemplo: diseño, adecuación y preparación de suelos.

La GRT muestra las labores recomendadas para la zona agroecológica, con imágenes representativas de cada labor, su nombre y el orden sugerido para realizarlas en la zona seleccionada. Ejemplo: 18H0 (siete labores)





Para consultar las recomendaciones en cada labor, las condiciones generales de aplicación y su control de calidad, haga clic en la imagen o en el nombre de la labor de interés. Ejemplo:

"Rastrillada (desterronada y pulida)"



En la pantalla se muestra la información de la GRT. El ejemplo presenta la labor "Rastrillada (desterronada y pulida)" y las recomendaciones para la zona agroecológica 18H0.

**Diseño de campo, adecuación de tierras y preparación del suelo**

**Rastrillada (desterronada y pulida)**

Recomendación	Cond. generales	Control calidad	Imágenes	Videos	Enlaces
Para: <b>Rastrillada (desterronada y pulida)</b> en la zona agroecológica 18H0					
Época:	De uno (1) a dos (2) días después del arado de cincel				
Humedad:	Estado del suelo fresco				
Implemento(s)*:	Rastra: 24 x 25" ; R				
Profundidad:	1/3 del diámetro del				
Número de pases:	De dos (2) a cuatro				
Potencia requerida:	165 Hp				

Control de calidad para la labor: **Rastrillada (desterronada y pulida)** en la zona agroecológica 18H0

Antes de iniciar la labor:

- Verificar que las condiciones generales se cumplan.
- Aplicar las normas de seguridad industrial y protección del medio ambiente.
- Verificar el enganche y acople del equipo al tractor.
- Definir el ángulo de traba de los cuerpos del equipo.
- Definir la dirección de los pases.
- Realizar entre dos y cuatro pases según el tamaño y estado de los terrones, teniendo en cuenta que el último pase sea siempre en la misma dirección en que se realizará la surcada.
- Verificar el estado general de la maquinaria.
- Verificar el estado general del equipo (diámetro y estado de los discos),

...nes o melgas por laborar.

...ones para definir si se realizan pases adicionales con la rastra.

...uya el tamaño del terrón.

...e la labor en el área total de la suerte.

Video(s):

[Diseño de campo] [Manejo de residuos para renovación] [Destrucción de copas] [Nivelación del terreno en zonas secas] [Arado de cincel] [Rastrillada (desterronada y pulida)] [Surcada]

## 4 Identifique la variedad de caña más adecuada para la suerte

Consulte las variedades recomendadas para la zona agroecológica de interés.

Elija en el menú: "Semilleros y variedades"

Luego pulse: "Variedades"



El análisis de los resultados de productividad de las variedades tiene en cuenta el ambiente (seco-semiseco, húmedo y piedemonte) donde se encuentra la zona agroecológica de interés y el *clúster* (grupo de zonas agroecológicas) al que ésta pertenece. Ejemplo: zona 18H0, ambiente seco-semiseco, datos al 2013.

Variedad	Área cosechada acumulada (ha)	TCH	Bto. (%)	TAH	TCSM	TAMB	Edad (meses)	Fecha
CC 91-876	20.0	143.5	13.0	15.8	11.2	1.485	12.9	Ver
CC 84-241	3.6	141.8	11.9	16.8	10.9	1.281	13.3	
CC 93-4418	1.777.0	139.8	11.8	16.0	12.3	1.183	13.6	Ver
CC 93-4181	388.9	134.8	11.5	15.5	10.2	1.171	13.4	Ver
CC 91-1989	84.2	131.9	11.5	15.1	10.4	1.194	12.9	
CC 93-802	88.223.8	130.9	11.8	15.2	11.8	1.346	13.2	Ver
CC 93-2894	356.5	129.7	11.9	15.4	10.1	1.190	13.0	Ver
CC 93-794	62.8	127.5	12.3	15.7	9.4	1.193	13.8	Ver
CC 24-75	18.165.9	125.8	11.8	15.9	9.7	1.085	13.2	Ver

\* El siguiente cuadro se muestran las variedades de caña que presentan una producción superior o similar a la producción del clúster en el que se encuentra la zona agroecológica 18H0 en el ambiente seco-semiseco. Los datos de producción de las siguientes variedades fueron obtenidos en al menos una de las zonas agroecológicas que conforman el clúster.

\* Los clúster (o agrupación de zonas agroecológicas) se conforman en cada uno de los tres ambientes presentes en el valle del río Cauca (seco-semiseco, húmedo y piedemonte) a través del análisis de clústering bajo la metodología de Ward. Como variable de agrupación se tuvieron en cuenta las toneladas de caña por hectárea (TCH) obtenidas por las siete principales variedades cosechadas por la industria azucarera en los últimos diez años (CC 89-92, CC 84-75, H2C 74-273, V 71-51, 78 61-652, CC 93-4281, CC 93-4418). El ambiente fue definido de acuerdo con la condición de humedad, la pendiente del terreno y la altitud sobre el nivel del mar, basado en un modelo digital de elevación de 90 metros x 90 metros. En cada ambiente se agruparon las zonas agroecológicas en las cuales estas siete variedades presentaron un TCH similar, de tal manera que se conformaron varios clúster por ambiente, en donde cada clúster agrupa zonas agroecológicas homogéneas en términos de producción; por tanto, se espera que la producción de una variedad en una zona agroecológica sea similar a la producción de la misma variedad en las demás zonas agroecológicas que conforman el clúster.

- El facilitador asignará una labor de adecuación y preparación a cada grupo de participantes y les solicitará que preparen una exposición (máximo 5 minutos) para presentar sus recomendaciones de manejo agronómico en la suerte X (zona agroecológica 18H0, ambiente seco-semiseco). La exposición debe incluir la siguiente información: prácticas recomendadas, condiciones generales para su realización y control de calidad de la labor.
  - También podrá solicitar a un grupo que identifique la variedad de caña de azúcar que mejor se comporta en la zona agroecológica y el ambiente seleccionados.
- Luego de las exposiciones se celebrará una mesa redonda.

## Guía de recomendaciones técnicas, GRT

### Identifiquemos las recomendaciones de manejo agronómico para una suerte cultivada con caña de azúcar

#### Orientaciones para la retroinformación

- Conceda la palabra al relator de cada grupo para que exponga los resultados de la práctica.
- En una mesa redonda comente los resultados con los grupos de trabajo y escuche sus experiencias al participar en la actividad.

#### Los participantes deben expresar sus opiniones sobre:

- Los criterios que se deben tener en cuenta para identificar la zona agroecológica representativa de una suerte que presenta más de una zona agroecológica.
- La importancia de realizar el control de calidad a las labores de campo requeridas en la zona agroecológica elegida.
- Los criterios que deben guiar la elección de la variedad por sembrar en una suerte de caña de azúcar.

#### Fin de la capacitación

Las actividades pedagógicas propuestas en esta guía metodológica han llegado a su fin y sólo resta que los participantes reflexionen acerca de los conocimientos adquiridos, sacando sus propias conclusiones e identificando aspectos por reforzar y temas en los cuales profundizar, de acuerdo con los objetivos de adopción en las unidades productivas a su cargo. Con este propósito se incluye en el **apéndice didáctico 2** la autoevaluación final de conocimientos.

Así mismo, los facilitadores necesitan reflexionar acerca de sus habilidades y destrezas como gestores del conocimiento técnico en las actividades de capacitación a su cargo. Para recibir la retroinformación al respecto de parte de los participantes, en el **apéndice didáctico 3** se incluye un cuestionario de evaluación de la capacitación.



# Apéndices

## Apéndice didáctico

- 107 1. Recursos digitales: colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar
- 109 2. [Autoevaluación final de conocimientos](#)
- 115 3. [Evaluación de la capacitación](#)

## Apéndice técnico

- 121 1. Órdenes y subórdenes de suelos, grandes grupos y subgrupos
- 124 2. Clases texturales de los suelos, con predominancia de una fracción textural
- 125 3. Guía para la determinación manual de la textura de los suelos
- 126 4. Geomorfología del paisaje del valle del río Cauca
- 129 5. Suelos o consociaciones identificados en la parte plana del valle del río Cauca con sus respectivos grupos homogéneos de suelos (GHS), clasificaciones y áreas
- 135 6. Indicadores visuales de la permeabilidad del suelo: textura, comportamiento físico y color
- 136 7. Cómo se lee una gráfica de curvas iso
- 137 8. Tabla de referencia de la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA)

# Apéndice didáctico N.º 1

## Recursos digitales: colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar



### [www.cenicana.org/pat](http://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.

De acuerdo con su contenido técnico, los recursos digitales se agrupan en dos series temáticas: sistema de producción agrícola y sistema de producción industrial.

En cada serie temática se encuentran las guías metodológicas que contienen los lineamientos para el aprendizaje de las materias que son objeto del PAT. La versión impresa de cada guía es entregada por su autor a los facilitadores durante la fase inicial del programa.

En el desarrollo de la capacitación dirigida por los facilitadores, los participantes reciben los materiales impresos de apoyo para las actividades de aprendizaje, los cuales pueden consultar en su versión digital una vez cumplido el plan de capacitación propuesto en cada guía.

### Para acceder a los recursos digitales

- ☼ Cenicaña confirma a cada facilitador inscrito en el PAT la contraseña personal de acceso a la colección digital. De igual modo procede en el caso de los participantes que han concluido el plan de capacitación, para lo cual se requiere la notificación por parte del facilitador correspondiente.
- ☼ Una vez registrado en la base de datos de Cenicaña, el facilitador podrá consultar, copiar, reproducir e imprimir los contenidos digitales asociados a las actividades de capacitación desde [www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)



Guía metodológica

## Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

### Preámbulo para el aprendizaje

- Exploración de expectativas.
- Autoevaluación inicial de conocimientos.
- Objetivos y estructura de aprendizaje.

### Unidad de aprendizaje 1

Zonificación agroecológica del valle del río Cauca para el cultivo de caña de azúcar

- Objetivos y estructura de aprendizaje, preguntas iniciales y desarrollo de la materia de capacitación.
- Autoevaluación de conocimientos. Grupos homogéneos de suelos.
- Autoevaluación de conocimientos. Grupos de humedad.
- Ejercicio 1. Identifiquemos una zona agroecológica.
- Práctica 1. Verifiquemos una zona agroecológica en el campo.

### Unidad de aprendizaje 2

Herramientas para la AEPS® disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

- Objetivos y estructura de aprendizaje, preguntas iniciales y desarrollo de la materia de capacitación.
- Práctica 1. Servidor de mapas.  
Identifiquemos la información asociada a una suerte.

### Unidad de aprendizaje 3

Uso e interpretación de la guía de recomendaciones técnicas (GRT) con enfoque AEPS®

- Objetivos y estructura de aprendizaje, preguntas iniciales y desarrollo de la materia de capacitación.
- Práctica 1. Guía de recomendaciones técnicas, GRT.  
Identifiquemos las recomendaciones de manejo agronómico para una suerte cultivada con caña.

### Apéndices

- Apéndice didáctico 2. Autoevaluación final de conocimientos.
- Apéndice didáctico 3. Evaluación de la capacitación.
- Apéndices técnicos 1 a 8.

### Referencias bibliográficas

### Siglas y abreviaturas



 Documento completo

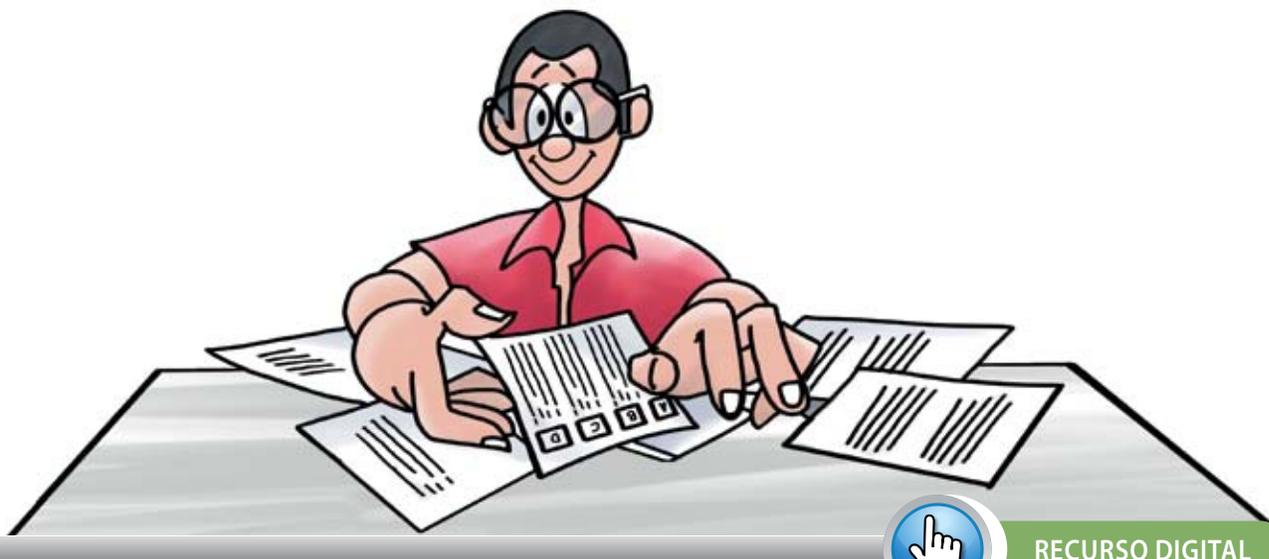
 Materiales de trabajo

 Programa de capacitación

 Recursos complementarios

# Apéndice didáctico N.º 2

## Autoevaluación final de conocimientos



RECURSO DIGITAL

[www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)

### Objetivo

La autoevaluación final tiene por objetivo facilitar que los participantes en la capacitación identifiquen por sí mismos qué tanto han asimilado la materia de aprendizaje y cuál es su nivel de apropiación de los conocimientos impartidos. Las respuestas son una referencia personal de autoevaluación, por lo tanto no tienen carácter calificativo.

### Orientaciones para el facilitador

- Entregue a los participantes el cuestionario de autoevaluación inicial de conocimientos y coménteles acerca de su propósito, destacando que no tiene carácter calificativo.
- Infórmeles que el tiempo para responderlo no será mayor que 30 minutos y que una vez todos los participantes hayan completado el cuestionario se abrirá una charla participativa de retroinformación.

## Apreciado participante:

Al finalizar su capacitación acerca del manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, lo invitamos a responder el siguiente cuestionario de autoevaluación, el cual le servirá para que confronte qué tanto ha asimilado la materia de aprendizaje y para que usted mismo evalúe su nivel de apropiación de los conocimientos compartidos.

Una vez que todos los participantes hayan terminado de responder el cuestionario, el facilitador moderará una sesión de autocorrección donde se presentarán las respuestas correctas y el porqué de ellas.

Recuerde: esta actividad no busca calificar lo que usted sabe, sino que usted mismo evalúe su nivel de apropiación de los conocimientos impartidos. El cuestionario le ayudará a reconocer sus propias fortalezas y a identificar aquellos aspectos de la capacitación que usted debe repasar para ganar aún más confianza al momento de aplicar lo aprendido.

Valga la ocasión para agradecerle su participación en esta capacitación y para reiterarle nuestro compromiso de acompañarlo con asesoría técnica durante el proceso de adopción de esta tecnología en su unidad productiva.

Nombre del facilitador: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Datos de contacto: \_\_\_\_\_

# Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

Apreciado participante:

Este cuestionario tiene por objetivo que usted mismo identifique su nivel de conocimientos acerca de la materia de aprendizaje, una vez que han finalizado las actividades de capacitación. Las respuestas son una referencia personal de autoevaluación y no tienen carácter calificativo.

**Autoevaluación final  
de conocimientos**

Página: 1 de 3

Día

Mes

Año

Nombre (opcional)

**Instrucciones:** las preguntas son del tipo de respuesta única. Marque con 'X' la opción que considere correcta en cada caso. Al finalizar registre los datos en la hoja de respuestas y espere las indicaciones del facilitador para continuar. Tiene 30 minutos para responder el cuestionario.

## 1. La zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca resulta de:

- a.  Combinar algunos componentes del suelo para identificar las diferentes condiciones edáficas de los lotes cultivados con caña de azúcar en el valle del río Cauca.
- b.  La combinación de la información agroclimática del valle del río Cauca correspondiente a 33 grupos homogéneos de suelos (GHS) y seis grupos de humedad (GH).
- c.  La combinación de las zonas agroecológicas del valle del río Cauca correspondiente a 35 familias texturales y seis grupos de humedad (GH).
- d.  Combinar las características climáticas de una zona particular para utilizar los resultados en el manejo agronómico del cultivo.

## 2. Los grupos homogéneos de suelos se conformaron basándose en:

- a.  Las familias texturales detectadas en los estudios semidetallados de suelos, el balance hídrico regional y la profundidad efectiva, definida como aquella hasta donde pueden penetrar las raíces de las plantas en busca de agua y de nutrientes sin obstáculo físico ni químico.
- b.  Las familias texturales detectadas en el estudio semidetallado de suelos, el régimen de humedad y la profundidad efectiva del suelo.
- c.  Las familias texturales detectadas en el estudio detallado de suelos, el régimen de humedad y la profundidad efectiva, definida como aquella hasta donde pueden penetrar las raíces de las plantas en busca de agua y de nutrientes sin obstáculo físico ni químico.
- d.  Los grupos de familias texturales detectadas en el estudio semidetallado de suelos, la presencia de agua aprovechable en el suelo (régimen de humedad) y la permeabilidad del suelo.

## ● Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

Autoevaluación final  
de conocimientos

Página: 2 de 3

### 3. Los grupos de humedad se conformaron basándose en:

- a.  La combinación entre la precipitación y la evaporación de cada zona.
- b.  La combinación entre el balance hídrico regional de cada zona y la presencia de agua aprovechable en el suelo (régimen de humedad).
- c.  La combinación entre el balance hídrico regional de cada zona, la pendiente del terreno y los signos de mal drenaje y su profundidad.
- d.  La combinación entre el balance hídrico regional, calculado con una probabilidad de exceso del 75%, y la permeabilidad del suelo, basada en las características texturales del suelo.

### 4. El grupo de humedad definido para un suelo puede cambiar debido a:

- a.  Los cambios en la precipitación y evaporación del lugar.
- b.  Los cambios en la textura del suelo y en la profundidad efectiva, definida como aquella hasta donde pueden penetrar las raíces de las plantas en busca de agua y de nutrientes sin obstáculo físico ni químico.
- c.  Los cambios en la infraestructura de drenaje, en la textura del suelo y en la pendiente del terreno.
- d.  El grupo de humedad definido para un suelo puede cambiar debido a la presencia o no de signos de mal drenaje, a la existencia de nivel freático y su profundidad y a la pendiente del terreno.

### 5. Para aplicar la agricultura específica por sitio (AEPS®) en el cultivo de la caña de azúcar se requiere:

- a.  Caracterizar las zonas agroecológicas de las suertes (lotes) donde se va a cultivar e identificar el manejo agronómico (variedades de caña y tecnologías agronómicas) por aplicar en cada zona.
- b.  Caracterizar las zonas agroecológicas de las fincas desde el punto de vista climático y edafológico e identificar el manejo agronómico que se debe aplicar de manera homogénea.
- c.  Describir las zonas agroecológicas de las suertes para formular recomendaciones de manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar.
- d.  Evaluar las zonas agroecológicas del valle del río Cauca para definir el manejo agronómico del cultivo más adecuado para cada finca.



## Autoevaluación final de conocimientos

### Orientaciones para la retroinformación

Antes de comenzar el diálogo de retroinformación asegúrese de que todos los participantes hayan terminado de responder todo el cuestionario. Entonces, formule la primera pregunta y motive a los participantes para que compartan sus respuestas, identificando los errores y aciertos en sus respuestas. Fomente el diálogo y la discusión con moderación. Continúe con las demás preguntas y, según su criterio, facilite las respuestas correctas para que cada participante pueda compararlas con las propias. Estimule la reflexión individual y colectiva acerca de los conocimientos actuales en la materia de aprendizaje. Sugiera a los participantes que escriban sus fortalezas y sus debilidades en la adopción de la tecnología de AEPS, y oriéntelos para que identifiquen las oportunidades de innovación en el manejo agronómico del cultivo con este enfoque, así como las amenazas o aspectos externos a su control que pueden retrasar la práctica de la AEPS en sus unidades productivas.

### Respuestas correctas al cuestionario



#### Pregunta 1

- b. La zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca resulta de la combinación de la información agroclimática correspondiente a 33 grupos homogéneos de suelos (GHS) y seis grupos de humedad (GH).

#### Pregunta 2

- c. Los grupos homogéneos de suelos se conformaron basándose en las familias texturales detectadas en el estudio detallado de suelos, el régimen de humedad y la profundidad efectiva.

#### Pregunta 3

- d. Los grupos de humedad se conformaron basándose en la combinación entre el balance hídrico regional, calculado con una probabilidad de exceso del 75%, y la permeabilidad del suelo, basada en las características texturales del suelo.

#### Pregunta 4

- d. El grupo de humedad definido para un suelo puede cambiar debido a la presencia o no de signos de mal drenaje, a la existencia de nivel freático y su profundidad y a la pendiente del terreno.

#### Pregunta 5

- a. Para aplicar la agricultura específica por sitio (AEPS) en el cultivo de la caña de azúcar se requiere caracterizar las zonas agroecológicas de las suertes (lotes) donde se va a cultivar e identificar el manejo agronómico (variedades de caña y tecnologías agronómicas) por aplicar en cada zona.



# Apéndice didáctico N.º 3

## Evaluación de la capacitación



### Amigo facilitador:

El instrumento para la evaluación de la capacitación ha sido diseñado para que los participantes expresen sus opiniones acerca de las actividades realizadas y los materiales que recibieron en el proceso de aprendizaje.

- Entréguele a cada participante una copia del formulario de evaluación; asegúrese de incluir las hojas necesarias para la evaluación del desempeño cada uno de los facilitadores que colaboraron con usted en la capacitación, si hay lugar a ello.
- Explíquelo al grupo el propósito de la evaluación. Dígalos que no es necesario firmar el formulario. Infórmeles que tienen un tiempo máximo de 30 minutos para consignar sus respuestas. Disponga una mesa para recibir los formularios y déjelos en ella hasta el final de la jornada. No lea los formularios en el salón durante la evaluación.
- Permita el diálogo con los participantes únicamente cuando todos los asistentes hayan entregado la evaluación. En esta actividad no está prevista una sesión de retroinformación con los participantes. Sin embargo, por tratarse de la última actividad con el grupo, es propicio celebrar algún tipo de clausura de esta primera etapa de apropiación a la zonificación agroecológica y la agricultura específica por sitio, que continuará con la adopción del enfoque AEPS en las unidades productivas de caña de azúcar y en planes concertados de asistencia técnica.
- Analice las evaluaciones y ordene la información resultante de modo que pueda resumir las recomendaciones y definir metas de mejora en las actividades de capacitación. Comparta los resultados con los facilitadores que han colaborado con usted en el proceso pedagógico y comuníquelo al servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología de Cenicaña las recomendaciones que considere pertinentes en el marco del programa de aprendizaje y asistencia técnica, PAT.

# Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

## Evaluación de la capacitación

Página: 1 de 4

Día Mes Año

### Apreciado participante:

Al finalizar la capacitación acerca del manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, deseamos conocer sus opiniones sobre diversos aspectos del proceso pedagógico con el fin de mejorar las actividades de aprendizaje en el futuro.

Para ello le pedimos que evalúe, en forma anónima, los aspectos siguientes: logro de objetivos y satisfacción de expectativas; desempeño de los facilitadores; y calidad de los materiales de capacitación.

Usted no necesita firmar esta evaluación; lo importante es que sus respuestas sean sinceras, pues de ellas depende en gran parte el mejoramiento de la capacitación.

**Instrucciones:** el siguiente formulario de evaluación está dividido en tres secciones, en las cuales esperamos su opinión mediante la respuesta a una serie de preguntas acerca de la capacitación. Tenga en cuenta los aspectos positivos y negativos. Su opinión es muy importante para mejorar la calidad de la capacitación.

**Para responder las preguntas de cada sección, por favor marque "X" en la casilla que mejor exprese su opinión personal, de acuerdo con la siguiente escala de evaluación:**



### Escala de evaluación

0	1	2	3	NA
Malo, inadecuado, muy deficiente, nada, muy poco.	Regular, deficiente.	Bien, aceptable.	Muy bien, altamente satisfactorio.	No aplica en esta capacitación

● Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

**Evaluación  
de la capacitación**

Página: 2 de 4

### Logro de objetivos y satisfacción de expectativas

En qué medida cree que la capacitación le sirvió para lograr los objetivos siguientes:	0	1	2	3	NA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Saber verificar las características físicas del suelo (familia textural, profundidad efectiva y régimen de humedad) y su ubicación en el paisaje.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener claro el concepto de zonificación agroecológica y su importancia, y ser capaz de validar en el campo la zona agroecológica presente en una suerte.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ser consciente de la importancia de la agricultura específica por sitio (AEPS) para el manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar, y ser competente para implementarla.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar adecuadamente las herramientas para la AEPS disponibles en <a href="http://www.cenicana.org">www.cenicana.org</a></li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretar y utilizar la guía de recomendaciones (GRT) para el manejo del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS, herramienta disponible en el sitio web <a href="http://www.cenicana.org">www.cenicana.org</a></li> </ul>					
En qué medida cree que la capacitación le sirvió para llenar los vacíos de conocimiento que usted tenía antes del evento:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los temas técnicos tratados en la capacitación llenaron mis necesidades actuales de conocimiento</li> </ul>					
Cuál es su opinión acerca de las estrategias pedagógicas empleadas en la capacitación:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposiciones hechas por los facilitadores</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajos en grupo</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales didácticos que usted recibió durante la capacitación</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejercicios y prácticas de campo (cultivo/laboratorio/taller/fábrica) en los que participó.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos de personal, herramientas, equipos e insumos que estuvieron disponibles en los ejercicios y las prácticas de campo.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo dedicado a las distintas actividades de aprendizaje. Exprese su opinión en general, si el tiempo dedicado fue suficiente para lograr los objetivos de aprendizaje propuestos al inicio de la capacitación.</li> </ul>					

● Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

**Evaluación de la capacitación**

---

Página: 3 de 4

**Desempeño de los facilitadores**

Nombre del 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					
<b>Manejo del contenido</b>					
• Respondió las preguntas de los participantes con propiedad					
• Relacionó los temas teóricos con su aplicación práctica					
• Proporcionó ejemplos para ilustrar los temas expuestos					
<b>Habilidades de interacción</b>					
• 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.					
<b>Dirección de los ejercicios y las prácticas de campo</b>					
• 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					

● Manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar con enfoque AEPS®

Evaluación  
de la capacitación

Página: 4 de 4

## 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
<b>Contenido técnico</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>El contenido está dividido en segmentos que siguen una secuencia ordenada y clara</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>El contenido se presenta de manera objetiva: respeta principios y métodos comúnmente aceptados en la práctica</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>El contenido es fácil de leer y comprender</li> </ul>					
<b>Contenido didáctico</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los objetivos de las actividades de aprendizaje están claramente establecidos</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las estructuras de aprendizaje ayudan a que el participante entienda cada componente presentado</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las preguntas al iniciar cada unidad orientan a los participantes acerca del tema por desarrollar</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ejercicios y prácticas realmente ayudan a desarrollar las capacidades necesarias para usar la tecnología presentada</li> </ul>					
<b>Diseño visual y presentación</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>El tamaño y tipo de las letras hace el texto fácil de leer</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las figuras y cuadros son fáciles de entender</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las ilustraciones facilitan la comprensión del texto escrito</li> </ul>					
<b>Recursos digitales asociados</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>La versión digital de los materiales de capacitación se encuentra disponible</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es fácil ubicar el material requerido por los participantes para la celebración de ejercicios y prácticas</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los materiales se pueden consultar y descargar rápidamente</li> </ul>					

Gracias por participar en esta evaluación  
Sus opiniones nos ayudan a mejorar la capacitación

# Apéndice técnico

An aerial photograph of a vast valley. The foreground is dominated by large, rectangular green agricultural fields, some with dark lines indicating furrows or irrigation channels. In the middle ground, there is a dense area of trees and a prominent white industrial or agricultural complex with several buildings and a tall tower. The background features a range of rolling green mountains under a bright blue sky with scattered white clouds.

# Apéndice técnico N.º 1

## Órdenes y subórdenes de suelos, grandes grupos y subgrupos

Tomado de Carbonell *et al.*, 2011

### Órdenes y subórdenes de suelos

El orden de suelo más representativo en área sembrada con caña de azúcar en el valle del río Cauca es el Mollisol (48%), seguido de los órdenes Vertisol (31%), Inceptisol (17%), Alfisol (2%), Entisol (0.8%), Ultisol (0.5%) e Histisol (0.01%).

**Mollisoles.** Son suelos sueltos, con estructura y consistencia favorables para el desarrollo de las raíces; tienen un horizonte superficial oscuro, rico en materia orgánica en proceso de mineralización y alta saturación de bases. Se encuentran ubicados en el piedemonte, principalmente en los ápices y cuerpos de abanicos, en napas de explayamiento y en llanuras de desborde.

Los Mollisoles predominan en área en el sector azucarero. Sus subórdenes más frecuentes son:

- **Ustolls:** ricos en carbonatos en todo el perfil. Se encuentran en aluviones medios, abanicos aluviales y llanuras de desborde de los ríos tributarios, en régimen de humedad ústico. Ocupan alrededor del 45% del área con caña de azúcar.
- **Aquolls:** se encuentran en abanicos aluviales y llanuras de desborde de los ríos tributarios, en régimen de humedad ácuico (cerca del 2% del área).
- **Udolls:** ubicados en abanicos aluviales y llanuras de desborde de los ríos tributarios, en régimen de humedad údico (0.7%).

**Vertisoles.** Suelos muy arcillosos, con manifestaciones notorias de expansión al humedecerse y contracción al secarse. Son ricos en arcillas expansibles, las cuales hacen que los suelos se agrieten cuando están secos y que las

grietas desaparezcan cuando están húmedos. Otros suelos de un orden taxonómico distinto al Vertisol pero que también contienen arcillas expansibles que expresan el mismo efecto, se describen como suelos con características vérticas.

En el estudio detallado de suelos se encontraron Vertisoles principalmente en el piedemonte, en los cuerpos y el pie de abanicos, en cubetas de desborde y de decantación y en terrazas. Sus subórdenes más frecuentes son:

- **Usterts:** en abanicos aluviales y régimen de humedad ústico. Ocupan el 22% del área sembrada con caña de azúcar.
- **Aquerts:** en abanicos aluviales y llanuras de desborde del río Cauca, sin horizonte sálico hasta 75 cm de la superficie, en régimen de humedad ácuico (8.6% del área).
- **Uderts:** suelos en régimen de humedad údico, en tierras donde se observan grietas que se abren y se cierran una vez al año o más, sin que permanezcan abiertas por más de 90 días acumulativos en la mayoría de los años. Ocupan menos del 1% del área con caña de azúcar.

**Inceptisoles.** Son suelos con desarrollo pedogenético incipiente, con bajo grado de diferenciación morfológica, que presentan evidencias de evolución de algunos procesos formativos pero sin predominio de algún proceso en especial. Los subsuelos son habitualmente mal drenados. Los Inceptisoles se encuentran en el piedemonte y en la planicie aluvial del río Cauca, en cubetas de desborde, cuerpo y pie de abanicos y albardones, napas de explayamiento y de desborde y terrazas. Sus subórdenes más frecuentes son:

- **Usteps:** en abanicos aluviales y llanuras de desborde del río Cauca y sus tributarios, en régimen de humedad ústico. Ocupan alrededor del 8% del área con caña de azúcar.
- **Aquepts:** subsuelos mal drenados, en régimen ácuico. Se observan en llanuras de desborde del río Cauca (5.5% del área).
- **Udepts:** ubicados principalmente en abanicos aluviales y de terrazas de llanuras de desborde del río Cauca, en régimen de humedad údico. Abarcan el 3.5% del área con caña.

**Alfisoles.** Son suelos genéticamente evolucionados, con un perfil morfológicamente desarrollado, toda vez que presentan un horizonte subsuperficial enriquecido con arcilla trasladada de los horizontes superficiales. Tienen alta saturación de bases, más del 35% del complejo de cambio. Se hallan principalmente en el piedemonte. Sus subórdenes son:

- **Ustalfs:** formados con material parental de aluviones finos y muy finos. Se encuentran en el cuerpo del piedemonte, en régimen de humedad ústico. Ocupan el 1.1% del área con caña de azúcar.
- **Udalfs:** formados por aluviones finos y fluvio-volcánicos medios, finos y muy finos. Se encuentran en el piedemonte, en régimen de humedad údico, y ocupan el 0.5% del área con caña de azúcar.
- **Aqual:** se observan en el piedemonte y en la planicie aluvial del río Cauca, en régimen de humedad ácuico (0.3% del área).

**Entisoles.** Son suelos jóvenes, con historia pedogenética muy corta, ubicados principalmente en el piedemonte, en las napas de desborde y en los albardones y explayamientos de ruptura del río Cauca.

La mayoría de estos suelos solamente tiene un horizonte claro, de poco espesor, generalmente pobre en materia orgánica. Ocupan aproximadamente el 0.9% del área sembrada con caña de azúcar.

Casi todos los Entisoles encontrados corresponden al suborden Fluvents (0.7% del área con caña de azúcar). Son suelos propios de planicies y valles aluviales, en general con granulometría arcillo-limosa y cantidad regular de materia orgánica.

**Ultisoles.** Suelos con buen desarrollo del perfil, ácidos, poco salinos, pobres en nutrientes y enriquecidos en arcilla. Se encuentran en el piedemonte, en los planos de terraza y en los ápices de abanicos, en el 0.4% del área sembrada con caña de azúcar. Sus subórdenes son (de mal drenados a bien drenados): Aqualts, Ustults y Udults.

**Histosoles.** Suelos orgánicos por depósitos de turba y lignito, sin distinciones climáticas, ricos en materia orgánica, inmaduros, mal drenados y no estructurados. Ocupan el 0.003% del área con caña de azúcar.

## Grandes grupos de suelos

En el valle del río Cauca predominan los Mollisoles, Vertisoles e Inceptisoles en régimen de humedad ústico y con un perfil morfológicamente simple (Haplustolls, Haplusterts, Haplustepts); los Vertisoles e Inceptisoles con drenaje pobre (Endoaquerts, Endoaquepts); y los Vertisoles con régimen de humedad ústico y un horizonte cálcico (Calciusterts).

## Subgrupos de suelos

Las variaciones que se presentan en el suelo señalan cómo el suelo está evolucionando hacia otro taxón (Fluventic, Pachic, Vertic, Entic). Por ejemplo, el subgrupo Vertic Haplustolls indica que el suelo del orden Mollisol ubicado en un régimen de humedad ústico (seco) está evolucionando hacia el orden Vertisol.

Distribución del área sembrada con caña de azúcar en el valle del río Cauca según los subgrupos de suelos más representativos. Estudio detallado de suelos. Datos de área a diciembre de 2010.

Subgrupo de suelos	Características principales	Área	
		ha	%
Typic Haplustert	Vertisoles típicos, en régimen de humedad ústico.	32,362	15.0
Pachic Haplustoll	Mollisoles en régimen de humedad ústico, con un epipedón muy grueso (>50 cm de profundidad).	19,04	8.8
Fluventic Haplustoll	Mollisoles en régimen de humedad ústico, formados sobre materiales aluviales, con distribución irregular de carbono orgánico.	18,717	8.7
Fluvaquentic Haplustoll	Mollisoles en régimen de humedad ústico, formados sobre material aluvial, con distribución irregular de carbono orgánico y drenaje imperfecto.	9,022	4.2
Entic Haplustoll	Mollisoles en régimen de humedad ústico, que no presentan horizonte cámbico.	8,852	4.1
Typic Endoaquert	Vertisoles típicos con drenaje pobre (nivel freático alto) en régimen de humedad ácuico.	8,22	3.8
Typic Calciustert	Vertisoles típicos en régimen de humedad ústico, que poseen un horizonte cálcico.	8,178	3.8
Vertic Haplustoll	Mollisoles en régimen de humedad ústico, con un alto contenido de arcillas expandibles.	7,586	3.5
Typic Haplustoll	Mollisoles típicos en régimen de humedad ústico.	6,533	3.0
Vertic Endoaquept	Inceptisoles mal drenados (nivel freático alto), con alto contenido de arcilla y algunas características vérticas, en régimen de humedad ácuico.	6,322	2.9
Total		124,832	57.8

## Apéndice técnico N.º 2

### Clases texturales de los suelos, con predominancia de una fracción textural

Adaptado de Casanova *et al.*, 2004

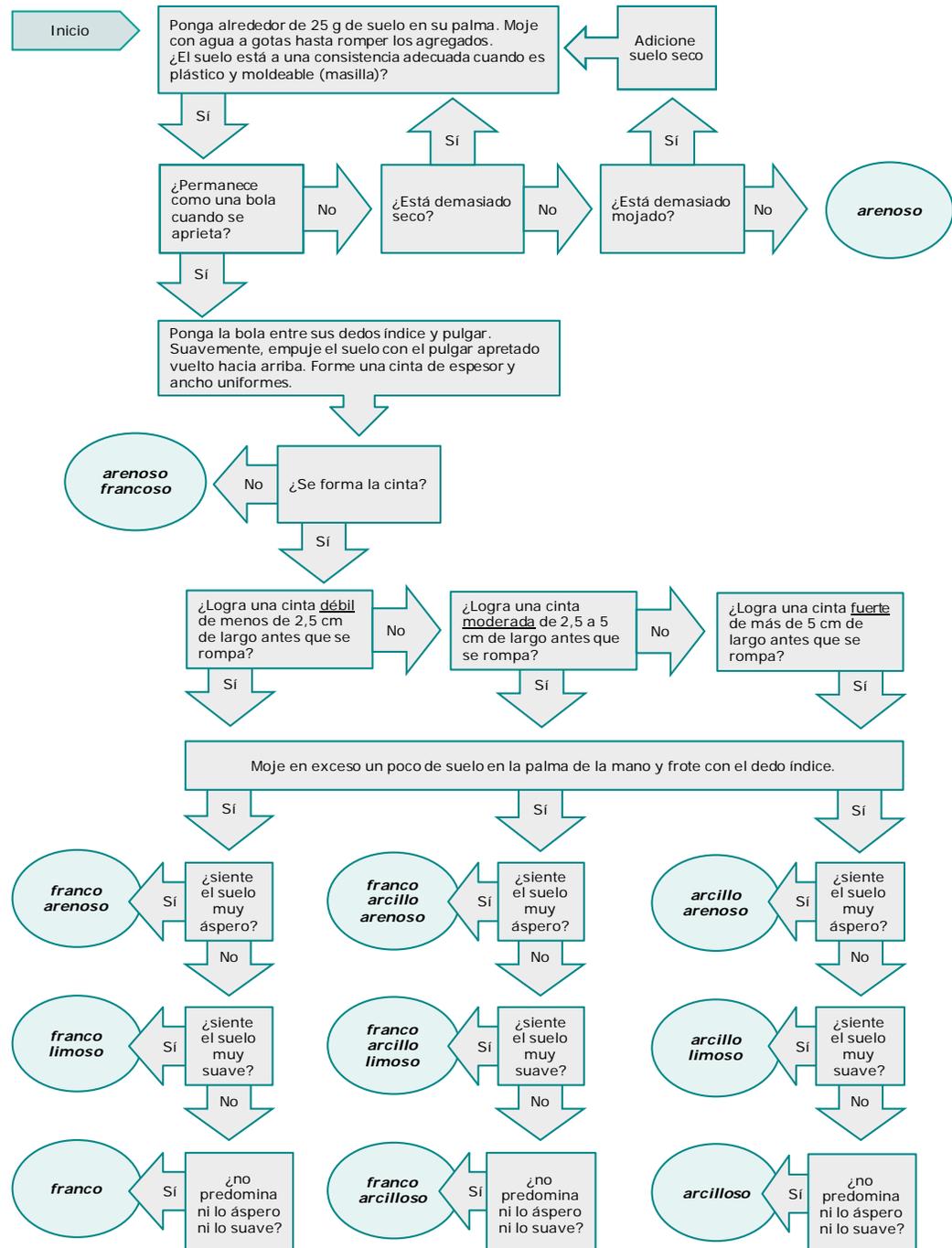
#### Características cualitativas de los separados del suelo

Suelo arenoso	Suelo limoso	Suelo arcilloso
predomina la porción arena (A)	predomina la fracción limo (L)	predomina la fracción arcilla (Ar)
Presenta en abundancia partículas gruesas. Se puede ver a ojo desnudo y separar con facilidad.	Su rasgo más característico es su suavidad en estado húmedo, pero con una apariencia de polvo (talco) en estado seco.	Con un poco de agua se vuelve jabonoso y resbaladizo.
Al frotar el material entre el dedo índice y el pulgar se siente su aspereza y tamaño. Si esto se hace cerca del oído es posible escuchar el crepitar de las arenas como resultado de la fricción de las partículas entre sí.	Al apretar limo húmedo entre el pulgar y el índice se nota cómo se enrolla al secarse y deja la piel limpia.	Si se manipula y amasa en el estado plástico, forma cintas y cilindros finos y firmes.
Se satura con poca cantidad de agua y se seca rápidamente al aire; al secarse se disgrega fácilmente.	Presenta adhesividad y es muy poco plástico.	Al manipularlo con algo de agua y estrujarlo se siente suave y liso, y a medida que se seca se adhiere a la piel.
Al mezclar con agua un poco de material en la palma de la mano y frotarlo con el índice de la mano opuesta, es posible diferenciar cantidades pequeñas de arena entre muestras.	No retiene agua por períodos prolongados.	Es más adhesivo, cohesivo y plástico que el suelo limoso.
Presenta ligera plasticidad en un rango de contenido de agua muy estrecho.	Es la partícula que domina en los suelos de Loess (suelos eólicos muy erosionables)	Retiene mucha agua y demora en secarse.
Para que domine cualitativamente debe presentarse en cantidades elevadas. No presenta adhesividad.		Las características cualitativas de plasticidad y cohesividad se manifiestan aun con pequeñas cantidades de arcilla.

# Apéndice técnico N.º 3

## Guía para la determinación manual de la textura de los suelos

Adaptado de Casanova *et al.*, 2004



# Apéndice técnico N.º 4

## Geomorfología del paisaje del valle del río Cauca

Adaptado de Igac, 2006

El valle del río Cauca está limitado al oriente por el piedemonte de la cordillera Central y al occidente, por el piedemonte de la cordillera Occidental; tiene una configuración amplia hacia el sur y se va estrechando gradualmente hacia el norte.

El paisaje de este valle se ha formado como producto del proceso de evolución de las formas geológicas sobre la superficie de la Tierra. Después de fuertes perturbaciones tectónicas y sucesivos cambios climáticos, los sedimentos provenientes de las cordilleras rellenaron el valle del río y determinaron la configuración geomorfológica actual. En esta acumulación de sedimentos y evolución de formas participaron activamente las corrientes que descienden de las cordilleras y el río Cauca; este río ha labrado su cauce y ha conformado una planicie o llanura dentro de sus propios sedimentos, inclusive retransportando y, muchas veces, sepultando los sedimentos provenientes de las cordilleras. Estos eventos explican la distribución y acumulación de los materiales que originan las formas superficiales y los suelos presentes en el valle del río Cauca.

En el paisaje del valle del río Cauca se identifican las siguientes formas:

### Llanura de desborde

Este paisaje se caracteriza por su relieve plano, donde predomina la dinámica de sedimentación causada por desbordamientos del río Cauca durante épocas de intensas lluvias. El proceso de acumulación de las diferentes formas del terreno se originó en el siguiente orden: albardones o diques, napas de desborde, napas de explayamiento, cubetas de desborde y cubetas de decantación.

En las partes cercanas al cauce principal se encuentran meandros abandonados, complejos de orillares y cauces abandonados. Esta secuencia se debe a la fuerte dinámica del río Cauca que ha cambiado muchas veces su cauce, tal como lo evidencian las geoformas antes mencionadas, las mismas que se describen a continuación.

**Albardones o diques.** Los diques naturales generalmente se encuentran asociados sobre ambas márgenes de los ríos. Su forma es alargada y por lo común estrecha, de 100 m a 200 m de ancho según la dinámica y la energía del eje de alimentación. La topografía es convexa y se caracteriza por la presencia de altos contenidos de material clástico compuesto por arenas y limos gruesos.

**Napas de desborde.** Son formas del terreno que se caracterizan por ocupar un área extensa y presentan suelos bien drenados; con algunas excepciones están integrados con regímenes ácuicos. Las texturas dominantes varían desde franca o franco limosa hasta franco arcillo limosa.

**Napas de explayamiento.** Formas del terreno producto del depósito de sedimentos en diferentes eventos de la dinámica de las corrientes secundarias. La descarga de sedimentos se hace en forma amplia y las texturas dominantes varían desde franco arenosa hasta franco arcillo arenosa. Una de las características principales de los explayamientos es que los materiales son depositados por exceso de carga y están determinados por una divergencia del escurrimiento en diferentes canales o surcos. Los explayamientos son generalmente el producto de la intensidad de las lluvias en tiempos cortos y repetidos con cierta frecuencia y periodicidad a través de la historia del río.

**Basín o cubeta.** Son zonas de depresión o zonas de amortiguación de las corrientes. La característica principal es su composición granulométrica, que oscila entre 40-50% de limo y 40-50% de arcilla. Las texturas por lo general varían de arcillosas a arcillo limosas. Sus formas son por lo común redondeadas y abiertas, sin estancamientos prolongados del agua. También son formas del terreno que varían de circulares a alargadas y caracterizadas por sus contenidos altos de arcilla (60%). Los suelos en su mayor parte son pobremente drenados. Las condiciones ácuicas se presentan desde la superficie del suelo hasta una profundidad de 1.20 metros.

## Cauce abandonado

Indistintamente, entre los diques y basines se localizan otras unidades geomorfológicas producto de los frecuentes cambios de curso del río y el consecuente abandono de cauces. Son las madre viejas, surgidas de los antiguos cauces del río, y los complejos de orillares, causados por explayamientos y antiguas playas del mismo río. Estas unidades son el resultado de estrangulamientos o rupturas del meandro. Cuando conservan agua en su interior forman lagunas semilunares o madre viejas, y cuando están parcialmente colmatadas forman pantanos o humedales.

## Terraza o planos de terraza

Se describen con este nombre las geoformas producidas por la acción de la dinámica fluvial de los ríos que drenan desde la cordillera Central hacia el valle geográfico que aún pertenecen al área del piedemonte de la cordillera Central. Los abanicos-terrazza han sido disectados por los ríos en el proceso de evolución. Generalmente presentan una superficie plana y un borde con un escarpe de altura variable que da la apariencia de un nivel de terraza. En algunos casos los ríos secundarios y afluentes del río Cauca presentan niveles de terrazas.

## Lechos colmatados

Son cauces abandonados rellenos de sedimentos provenientes de deslizamientos.

## Vallecitos

Pequeños y estrechos valles pertenecientes a drenajes secundarios, cuyos depósitos están compuestos por materiales clásticos heterométricos y polimícticos no consolidados provenientes de las rocas expuestas sobre los flancos de las cordilleras Occidental y Central.

## Abanicos

Se denomina así un tipo de relieve asociado principalmente al paisaje de piedemonte. Los abanicos tienen forma plana a ligeramente inclinada y son producto de la descarga y acumulación de grandes volúmenes de materiales transportados por los ríos que vienen de la montaña y fluyen hacia las partes bajas. El perfil longitudinal de los abanicos es rectilíneo a ligeramente cóncavo y la pendiente oscila entre 1% y 5%. Estos abanicos presentan escarpes hacia los bordes activos de los ríos.

Sobre el paisaje del valle del río Cauca se han desarrollado varios sistemas de abanicos de diferentes tamaños, en los cuales se distinguen tres partes: el ápice, el cuerpo y el pie o zona distal. El cuerpo y el pie del abanico presentan un relieve plano y pendiente que generalmente no excede el 3%, y sobre ellos las mismas corrientes que forman los abanicos labran sus cauces y conforman en ocasiones su propia llanura de desborde con diques, basines y superficies de explayamiento.

**Ápice.** Es el punto de entrada del abanico. El ápice está caracterizado por la abundancia de materiales gruesos, gravas, gravillas, guijarros, cantos y piedras de diferente constitución y forma, casi siempre envueltos en una matriz fina, sobre los cuales evolucionan suelos de familias fragmentales

y esqueléticas, bien drenados y generalmente superficiales.

**Cuerpo.** Se encuentra ubicado un poco más lejos del punto de entrada del abanico y se caracteriza por la acumulación los materiales medianos.

**Pie o zona distal.** Es la parte final del abanico y se caracteriza por la acumulación de materiales finos y muy finos que fueron transportados hasta donde las corrientes provenientes de la montaña perdieron su capacidad de carga y arrastre.

De acuerdo con la forma del terreno, los principales suelos identificados en el ápice de abanicos corresponden a las consociaciones Nima, Primavera, Porvenir, Argelia, Pradera y Cerrito. Sin embargo, es frecuente encontrar en los ápices

o muy cerca de ellos, áreas depresionadas donde se acumulan sedimentos finos que contrastan bruscamente con los propios de estas posiciones y donde se desarrollan suelos de familias finas y muy finas como los correspondientes a la consociación Esneda.

Los principales suelos en el cuerpo y el pie del abanico corresponden a las consociaciones Manuelita, Palmira y Río Palo, característicos de los cuerpos de abanicos, con perfiles medianos, ricos en arcillas, limos y arenas finas. También los suelos Galpón, Palmeras, Corintias y Nuevo Pichichí, propios de los pies de abanicos y caracterizados por la abundancia de materiales finos, que dan origen a Vertisoles.

## Principales abanicos localizados en las cordilleras Central y Occidental

### En el flanco occidental de la cordillera Central:

- Sobre la franja del piedemonte de la cordillera Central se han desarrollado una serie de abanicos como producto de las frecuentes y sucesivas descargas y acumulaciones de sedimentos transportados por los principales ríos, como el Bolo, que nacen en la cordillera Central y fluyen por el piedemonte hacia la parte baja y plana del valle del río Cauca.
- Entre los ríos más importantes que drenan sobre el flanco occidental de la cordillera Central, se destacan los siguientes: Palo, Guengue, Desbaratado, Frayle, Bolo, Nima, Amaime, Zabaletas, Guabas y Sonso, entre otros.

### En el flanco oriental de la cordillera Occidental:

- Entre los abanicos de mayores dimensiones localizados sobre la parte norte se encuentran los depósitos de abanicos de Riofrío, río Piedras, Mediacanoa, Yumbo, río Cali, Meléndez, Pance, Jamundí, Rioclaro, Guachinte, Robles y Timba, entre otros.
- Los demás depósitos de abanicos y coluviones que se encuentran entre Cali y Yotoco son de tamaño reducido y están asociados a ríos y quebradas de menor dinámica por su pequeño caudal. La composición litológica y granulométrica de los diferente abanicos, tanto al norte como al sur de la ciudad de Cali, son acumulaciones de materiales heterométricos y polimícticos, en su mayoría integrados por bloques, cantos y gravas embebidos en materiales finos no consolidados derivados de basaltos almohadillados y diabasas.
- Hacia el extremo sur del área, entre las localidades de Timba y Santander de Quilichao, se encuentran abanicos aluviales y fluvio-volcánicos en las áreas del piedemonte, en el sector comprendido entre las cordilleras Occidental y Central.

## Apéndice técnico N.º 5

### Suelos o consociaciones identificados en la parte plana del valle del río Cauca con sus respectivos grupos homogéneos de suelos (GHS), clasificaciones y áreas

Tomado de Quintero *et al.*, 2008

GHS	Símbolo y nombre del suelo o consociación		Subgrupo	Familia textural	Orden	Área (ha)
31	AA	América	Udorthentic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética francosa	Mollisol	325
17	AC	Acequia	Fluvaquentic Eplaquepts	limosa fina	Inceptisol	20
33	AF	Alto Miraflores	Udic Haplustolls	francosa gruesa sobre esquelética francosa	Mollisol	156
25	AG	Aranjuez	Entic Endoaquerts	arcillosa sobre francosa	Vertisol	259
30	AL	Alfaguara	Udic Haplustepts	francosa fina sobre fragmental	Inceptisol	124
18	AM	Amaime	Typic Ustifluvents	francosa gruesa	Entisol	742
22	AQ	Acuario	Typic Haplustolls	esquelética francosa	Mollisol	127
7	AR	Argelia	Vertic Argiustolls	fina	Mollisol	2,095
2	AS	Asombro	Udertic Haplustalfs	muy fina	Alfisol	212
30	AT	Atenea	Typic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética arenosa	Mollisol	63
6	AY	Arroyo	Udertic Haplustolls	fina	Mollisol	1,617
25	BA	Basuro	Aeric Endoaquerts	arcillosa sobre francosa	Inceptisol	107
18	BB	Brisas	Aquic Haplustepts	francosa gruesa	Inceptisol	841
12	BC	Baltica	Aquic Argiustolls	francosa fina	Mollisol	254
30	BG	Buga	Pachic Haplustolls	francosa fina sobre fragmental	Mollisol	60
13	BH	Bahía	Fluventic Eutrudepts	francosa fina	Inceptisol	699
10	BL	Ballesteros	Typic Endoaquerts	fina	Vertisol	2,815
7	BP	Brasil	Entic Calcicusterts	fina	Vertisol	75
15	BR	Britania	Typic Haplustolls	limosa fina	Mollisol	287
11	BT	Balta	Aquertic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	1,182
5	BU	Burrigá	Typic Endoaquerts	muy fina	Vertisol	4,304
10	BY	Barney	Typic Epiquerts	fina	Vertisol	49
5	CA	Catorce	Aeric Endoaquerts	muy fina	Vertisol	2,512
2	CB	Ceibal	Udertic Haplustalfs	muy fina	Alfisol	152
8	CC	Cachimbalito	Fluventic Hapludolls	fina	Mollisol	1,156
6	CD	Chontaduro	Typic Haplustolls	fina	Mollisol	554
22	CE	Cerrito	Entic Haplustolls	esquelética francosa	Mollisol	954
21	CG	Caucagrande	Udifluventic Haplustepts	arenosa	Inceptisol	9
30	CH	Chundular	Entic Haplustolls	francosa fina sobre arenosa	Mollisol	1,393
30	CI	Cali	Cumulic Haplustolls	francosa fina sobre arenosa	Mollisol	335
30	CK	Coke	Fluventic Haplustepts	francosa fina sobre arenosa	Inceptisol	137
14	CL	Canelo	Fluvaquentic Endoaquerts	francosa fina	Inceptisol	1,344
6	CM	Chamburo	Fluvaquentic Haplustolls	fina	Mollisol	1,037
6	CN	Cantarina	Pachic Vertic Haplustolls	fina	Mollisol	4,241

Continúa

Apéndice técnico 5. Continuación.

GHS	Símbolo y nombre del suelo o consociación		Subgrupo	Familia textural	Orden	Área (ha)
8	CO	Corozo	Fluentic Eutrudepts	fina	Inceptisol	1,147
33	CR	Carlina	Entic Haplustolls	francosa gruesa sobre fragmental	Mollisol	61
21	CS	San Cristóbal	Fluentic Haplustolls	esquelética francosa	Mollisol	33
6	CT	Corintias	Typic Haplusterts	fina	Vertisol	25,319
8	CU	Cuprecia	Aquic Hapluderts	fina	Vertisol	257
30	CX	Chontal	(Udic) Cumulic Haplustolls	francosa fina sobre arenosa	Mollisol	31
22	CZ	Cairo	Vertic Haplustolls	esquelética francosa	Mollisol	27
23	DA	Dalia	Vertic Haplustolls	arcillosa sobre arenosa	Mollisol	52
11	DD	Diana	Typic Argiustolls	francosa fina	Mollisol	629
11	DI	Diamante	Fluentic Haplustepts	francosa fina sobre arcillosa	Inceptisol	107
11	DL	Delicias	Udic Haplustepts	francosa fina	Inceptisol	455
23	DP	Delpalo	Udifuentic Haplustepts	arcillosa sobre francosa	Inceptisol	133
6	DS	Desbaratado	Aqueric Haplustolls	fina	Mollisol	648
32	EA	Escalera	Vertic Haplustolls	francosa gruesa sobre arcillosa	Mollisol	74
15	EB	El Blancal	Udic Haplustolls	limosa fina	Mollisol	247
7	EC	Echeverry	Typic Palehumults	fina	Ultisol	55
21	EE	Esperanza	Fluentic Haplustolls	francosa gruesa sobre arenosa	Mollisol	93
22	EF	Estadio	Fluentic Haplustolls	esquelética francosa	Mollisol	14
5	EG	Egipto	Chromic Vertic Endoaqualls	muy fina	Alfisol	469
22	EH	Chance	Typic Ustorthents	esquelética francosa sobre arcillosa	Entisol	21
32	EL	Escalita	Fluentic Haplustolls	francosa gruesa sobre arcillosa	Mollisol	183
15	EM	Esmeralda	Cumulic Haplustolls	limosa fina	Mollisol	432
28	EO	El Alto	(Ultic) Hapludalfs	arcillosa sobre esquelética arcillosa	Alfisol	130
30	EP	Espinal	Vertic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética arenosa	Mollisol	86
29	EQ	Esquina	Pachic Haplustolls	esquelética arcillosa sobre esquelética arenosa	Mollisol	11
26	ES	Esneda	Typic Haplusterts	arcillosa sobre esquelética arcillosa	Vertisol	1,942
11	EZ	Escocia	Fluvaquentic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	733
21	FA	Fraile	Pachic Haplustolls	arenosa	Mollisol	55
20	FF	Río Fraile	Fluvaquentic Endoaquolls	francosa gruesa	Mollisol	217
21	FL	Florida	Entic Haplustolls	arenosa	Mollisol	2,705
5	FO	La Floresta	Vertic Endoaquepts	muy fina	Inceptisol	171
9	FP	Felipeto	Aquic Argiudolls	fina	Mollisol	348
11	FR	Franciscano	Aquic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	2,383
9	GA	Guachené	Humic Dystrudepts	fina	Inceptisol	305
11	GB	Guabito	Aquic Haplustepts	francosa fina	Inceptisol	2,752
11	GD	Guadual	Fluvaquentic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	6,466
15	GH	Guachal	Pachic Haplustolls	limosa fina	Mollisol	105
11	GI	Guacarí	Fluentic Haplustolls	francosa fina sobre arcillosa	Mollisol	398
6	GL	Galpón	Typic Calciusterts	fina	Vertisol	8,328
22	GN	Génova	Entic Haplustolls	esquelética arenosa	Mollisol	1,550
26	GO	Guabal	Vertic Haplustepts	arcillosa sobre esquelética francosa	Inceptisol	128
7	GR	Granadita	Ustic Haplohumults	fina	Ultisol	181

Continúa

Apéndice técnico 5. Continuación.

GHS	Símbolo y nombre del suelo o consociación		Subgrupo	Familia textural	Orden	Área (ha)
18	GU	Guadualito	Fluvaquentic Haplustolls	francosa gruesa	Mollisol	929
18	GV	Genovés	Pachic Haplustolls	francosa gruesa	Mollisol	1,441
3	GY	Guayabo	Fluventic Eutrudepts	muy fina	Inceptisol	295
5	HC	Ciénaga Honda	Fluvaquentic Endoaquepts	muy fina	Inceptisol	383
10	HE	Hacienda el Rhin	Fluventic Endoaquepts	fina	Inceptisol	338
33	HO	Holanda	Pachic Haplustolls	francosa gruesa sobre esquelética arenosa	Mollisol	3
18	HR	Hormiguero	Udifluventic Haplustepts	francosa gruesa	Inceptisol	310
8	HV	Hacienda Villas	Aquertic Eutrudepts	fina	Inceptisol	615
11	IE	Inés	(Udic) Pachic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	783
6	IG	Ingenio	Aquic Haplustepts	fina	Inceptisol	1,286
23	IN	India	Udic Haplustepts	arcillosa sobre francosa	Inceptisol	182
1	IS	Isabela	Aquertic Haplustolls	muy fina	Mollisol	39
27	IT	Italia	Typic Argiustolls	arcillosa sobre esquelética arcillosa	Mollisol	211
11	JA	Jamaica	Fluventic Haplustepts	francosa fina	Inceptisol	2,107
30	JD	Judea	(Udic) Haplustolls	francosa fina sobre arenosa	Mollisol	308
23	JE	Jerusalén	Entic Udic Haplusterts	arcillosa sobre francosa	Vertisol	116
8	JG	Japiogrande	Fluventic Eutrudepts	fina	Inceptisol	718
10	JJ	Japiodos	Fluvaquentic Endoaquepts	fina	Inceptisol	244
20	JM	Jardín	Typic Endoaquepts	francosa gruesa	Inceptisol	12
10	JN	Juanchito	Vertic Endoaquepts	fina	Inceptisol	5,301
15	JO	Joya	Fluventic Haplustepts	limosa fina	Inceptisol	1,226
15	JP	Josepilla	Fluventic Haplustepts	limosa fina	Inceptisol	202
11	JR	Jordán	Typic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	3,989
11	JS	San José	Typic Haplustalfs	francosa fina	Alfisol	98
5	JU	Jamundí	Chromic Epiaquerts	muy fina	Vertisol	250
8	KA	Cañas	Fluventic Eutrudepts	fina	Inceptisol	628
19	KB	Cabal	Aeric Fluvaquents	francosa gruesa	Entisol	36
1	KC	Caloto	Typic Palehumults	muy fina	Ultisol	402
7	KG	Cartaguito	Vertic Haplustalfs	fina	Alfisol	690
10	KJ	Cascajal	Aeric Endoaquepts	fina	Inceptisol	2,333
31	KK	Cachimbo	Udic Ustifluvents	francosa fina sobre esquelética arenosa	Entisol	137
24	KL	Calamar	Vertic Argiustolls	arcillosa sobre francosa	Mollisol	575
11	KM	Cámbulos	Udertic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	991
8	KN	Canaima	Typic Hapluderts	fina	Vertisol	249
13	KP	Campiña	Fluventic Eutrudepts	francosa fina	Inceptisol	567
12	KR	Crucero	Terric Haplohemists	francosa	Histosol	6
1	KS	Castillo	Udertic Haplustepts	muy fina	Inceptisol	54
6	KT	Corinto	(Udic) Humic Dystrustepts	fina	Inceptisol	505
14	KZ	Corozal	Fluvaquentic Endoaquepts	francosa fina	Inceptisol	144
18	LA	Limar	Fluventic Haplustepts	francosa gruesa	Inceptisol	395
11	LC	La Cabaña	Typic Calcicustolls	francosa fina	Mollisol	612
14	LG	Laguneta	Vertic Endoaquolls	francosa fina	Mollisol	836
18	LH	La Habana	Udic Haplustepts	francosa gruesa	Inceptisol	213
6	LI	Lisboa	Cromic Haplusterts	fina	Vertisol	1,250

Continúa

Apéndice técnico 5. Continuación.

GHS	Símbolo y nombre del suelo o consociación		Subgrupo	Familia textural	Orden	Área (ha)
30	LJ	La Julia	Fluventic Haplustepts	francosa fina sobre esquelética arenosa	Inceptisol	89
5	LL	La Luisa	Sodic Endoaquepts	muy fina	Vertisol	1,199
9	LM	Loma	Vertic Hapludalfs	fina	Alfisol	211
5	LO	Lomitas	Fluvaquentic Endoaquepts	muy fina	Inceptisol	41
25	LR	La Flor	Typic Endoaquepts	arcillosa sobre francosa	Inceptisol	219
15	LS	La Selva	Vertic Haplustolls	limosa fina sobre arcillosa	Mollisol	1,426
26	LY	Lote Llano	(Udic) Humic Dystrustepts	arcillosa sobre esquelética	Inceptisol	6
30	LZ	La Paz	Cumulic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética arenosa	Mollisol	94
6	MA	Margarita	Vertic Haplustepts	fina	Inceptisol	1,319
19	MC	Margarita Cruz	Typic Ustipsamments	francosa gruesa	Entisol	145
15	ME	Meléndez	Vertic Haplustepts	limosa fina	Inceptisol	33
27	MF	Miraflores	(Ustic) Palehumults	arcillosa sobre esquelética arcillosa	Ultisols	306
29	MG	Minga	Typic Haplustolls	esquelética arcillosa sobre esquelética francosa	Mollisol	63
22	MH	Mil Hojas	Udic Ustorthents	esquelética arenosa	Entisol	56
11	MI	Micoarmel	Udifluventic Haplustepts	francosa fina	Inceptisol	1,179
4	MJ	Machín	Fluventic Dystrudepts	muy fina	Inceptisol	10
10	MK	Mónaco	Typic Endoaquepts	fina	Inceptisol	410
11	ML	Manolo	Udifluventic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	1,667
11	MN	Manuelita	Fluventic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	12,322
23	MO	Morgan	Fluventic Haplustolls	arcillosa sobre arenosa	Mollisol	501
18	MS	Marsella	Typic Haplustepts	francosa gruesa	Inceptisol	585
18	NA	Nariño	Typic Haplustolls	francosa gruesa	Mollisol	1,321
9	NI	Nilo	Aquertic Hapludalfs	fina	Alfisol	459
7	NJ	Naranjos	Inceptic Haplustalfs	fina	Alfisol	1,654
31	NM	Nima	Entic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética arenosa	Mollisol	1,574
7	NO	Normandía	Mollic Haplustalfs	fina	Alfisol	25
1	NP	Nuevo Pichichí	Typic Haplusterts	muy fina	Vertisol	5,767
30	OR	Oriente	Pachic Haplustolls	francosa fina sobre arenosa	Mollisol	1,607
32	OV	Ovejera	Fluvaquentic Haplustolls	francosa gruesa sobre arcillosa	Mollisol	216
6	PA	Palmiche	Pachic Haplustolls	fina	Mollisol	1,015
30	PB	Porce Blum	Fluventic Haplustolls	francosa fina sobre arenosa	Mollisol	1,829
29	PC	Pichichí	Vertic Argiustolls	esquelética arcillosa	Mollisol	379
27	PD	Pichindé	Vertic Argiustolls	arcillosa sobre esquelética arcillosa	Mollisol	93
33	PF	Piedechinche	Typic Ustorthents	fragmental	Entisol	10
22	PG	Pedregal	Udifluventic Haplustepts	esquelética francosa	Inceptisol	16
30	PH	Pasoancho	Pachic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética arenosa	Mollisol	348
1	PI	Piedras	Chromic Haplusterts	muy fina	Vertisol	829
7	PK	Potoco	Typic Fluvaquents	fina	Entisol	40
11	PL	Palmira	Pachic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	14,464
11	PM	Palmeras	Vertic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	4,576
2	PN	Pindo	Vertic Argiustolls	muy fina	Mollisol	184
8	PO	Potrerrillo	Chromic Haplusterts	fina	Vertisol	279
33	PP	Palmas	Fluventic Haplustolls	francosa gruesa sobre esquelética arenosa	Mollisol	145

Continúa

Apéndice técnico 5. Continuación.

GHS	Símbolo y nombre del suelo o consociación	Subgrupo	Familia textural	Orden	Área (ha)
30	PR Párraga	Fluventic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética francosa	Mollisol	249
18	PS Paraíso	Vertic Haplustepts	francosa gruesa	Inceptisol	3
11	PT Palmirita	Cumulic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	1,296
6	PW Puente Esclavos	(Udic) Humic Dystrustepts	fina	Inceptisol	62
6	PX Palmito	(Udic) Pachic Haplustolls	fina	Mollisol	43
32	PY Padilla	Fluvaquentic Haplustolls	francosa gruesa sobre limosa	Mollisol	36
8	QM Quinamayó	Fluvaquentic Eutrudepts	fina	Inceptisol	542
31	QS Quebrada Seca	Udorthentic Haplustolls	francosa fina sobre fragmental	Mollisol	38
20	RA Rafaela	Fluvaquentic Endoaquolls	francosa gruesa	Mollisol	123
21	RB Río Palo	Udic Haplustepts	francosa gruesa sobre arenosa	Inceptisol	60
13	RD Arrendo	Fluvaquentic Eutrudepts	francosa fina	Inceptisol	91
22	RE Real	Aquic Haplustepts	arenosa sobre francosa	Inceptisol	102
23	RF Refugio	Entic Haplusterts	arcillosa sobre arenosa	Vertisol	625
6	RI Retiro	Petrocalcic Haplusterts	fina	Vertisol	127
5	RJ Río de Janeiro	Chromic Endoaquerts	muy fina	Vertisol	2,888
18	RL Río Paila	Fluventic Haplustolls	francosa gruesa	Mollisol	3,206
33	RN Ranchos	Udorthentic Haplustolls	francosa gruesa sobre esquelética arenosa	Mollisol	35
3	RP Rancho Pato	Chromic Hapluderts	muy fina	Vertisol	472
11	RR Rita	Pachic Argiustolls	francosa fina	Mollisol	189
16	RS Río Teta	Aquic Eutrudepts	limosa fina	Inceptisol	652
15	RT Ricaurte	Vertic Haplustolls	limosa fina	Mollisol	1,940
6	SA Samán	Fluventic Haplustepts	fina	Inceptisol	804
15	SB San Marino	Entic Haplusterts	limosa fina	Vertisol	15
11	SC San Camilo	Typic Haplusterts	francosa fina	Vertisol	91
14	SD San Pedro	Entic Calciaquerts	francosa fina	Vertisol	10
29	SE Santa Elena	Entic Haplustolls	esquelética arcillosa	Mollisol	478
21	SF San Felipe	Typic Ustifluvents	arenosa	Entisol	40
3	SG San Jorge	Aquic Eutrudepts	muy fina	Inceptisol	138
23	SH Santa Rosa	Entic Haplusterts	arcillosa sobre francosa	Vertisol	2,268
15	SI San Miguel	Typic Haplustolls	limosa fina	Mollisol	58
22	SJ Sajonia	Typic Ustorthents	esquelética arenosa	Entisol	64
11	SK Sinaí	Udic Haplustolls	francosa fina	Mollisol	3,089
9	SL Sillero	Typic Hapludalfs	fina	Alfisol	33
30	SM San Marcos	Fluventic Haplustepts	francosa fina sobre esquelética arenosa	Inceptisol	35
3	SN San Nicolás	Oxic Dystrudepts	muy fina	Inceptisol	77
1	SP San Pablo	Typic Calciusterts	muy fina	Vertisol	142
11	SR San Rafael	Entic Haplusterts	francosa fina	Vertisol	289
15	SS San Lorenzo	Fluventic Haplustolls	limosa fina	Mollisol	186
18	ST Santa Rita	Cumulic Haplustolls	francosa gruesa	Mollisol	197
10	SU La Suiza	Vertic Endoaquolls	fina	Mollisol	1,056
10	TB Tibet	Chromic Endoaquerts	fina	Vertisol	3,659
18	TE Tesoro	Entic Haplustolls	francosa gruesa	Mollisol	957
8	TF Tiftón	Vertic Eutrudepts	fina	Inceptisol	508
23	TI Trinidad	Aquic Haplustepts	arcillosa sobre francosa	Inceptisol	261

Continúa

Apéndice técnico 5. Continuación.

GHS	Símbolo y nombre del suelo o consociación		Subgrupo	Familia textural	Orden	Área (ha)
6	TL	Taula	Udic Haplusterts	fina	Vertisol	1,315
8	TM	Timba	(Anthraquic) Dystrudepts	fina	Inceptisol	268
11	TO	El Tetillo	Udertic Haplustolls	francosa fina sobre arcillosa	Mollisol	82
6	TR	Troja	Udic Haplustolls	fina	Mollisol	801
4	TT	Tortugas	Aquertic Hapludalfs	muy fina	Alfisol	543
15	TU	Tupia	Fluventic Haplustepts	limosa gruesa	Inceptisol	254
22	UK	Ukrania	Udic Ustorthents	esquelética francosa	Entisol	47
30	UN	Unión	Fluvaquentic Haplustolls	francosa fina sobre esquelética francosa	Mollisol	57
3	VB	Viterbo	Aquic Hapludolls	muy fina	Mollisol	361
6	VC	Victoria	Udertic Haplustepts	fina	Inceptisol	346
11	VG	Vega	Typic Ustifluvents	francosa fina	Entisol	178
5	VH	Vista Hermosa	Aeric Endoaquerts	muy fina	Vertisol	211
11	VI	Villa	Typic Haplustepts	francosa fina	Inceptisol	1,256
23	VL	Villaalba	Aquertic Haplustolls	arcillosa sobre francosa	Mollisol	28
13	VM	Villa Linda	Typic Hapludolls	francosa fina	Mollisol	128
26	VN	Villa Nueva	Typic Haplustolls	arcillosa sobre esquelética arcillosa	Mollisol	59
11	VP	Villa Paz	Typic Udifluvents	francosa fina	Entisol	230
2	VR	Villa Rica	Typic Haplohumults	muy fina	Ultisols	34
3	VS	Villa Stella	Typic Dystrudepts	muy fina	Inceptisol	216
23	YM	Yumbo	Vertic Haplustepts	arcillosa sobre francosa	Inceptisol	355
5	ZC	Zanjón Cochinito	Vertic Endoaquepts	muy fina	Inceptisol	497
17	ZI	Zanjón Rico	Fluvaquentic Endoaquolls	francosa gruesa sobre arcillosa	Mollisol	15
10	ZJ	Zanjón Rosario	Vertic Endoaqualfs	fina	Alfisol	331
7	ZM	Zumbamicos	Typic Argiustolls	fina	Mollisol	7
21	ZO	Zanjón Oscuro	(Udifluventic) Haplustolls	arenosa sobre arcillosa	Mollisol	14
17	ZP	Zanjón de Piedra	Fluvaquentic Endoaquolls	limosa fina	Mollisol	929
17	ZR	Zanjón Rozo	Fluvaquentic Endoaquepts	limosa fina	Inceptisol	410
7	ZZ	Zarzalito	Typic Haplustepts	fina	Inceptisol	119
Área total (ha)						216,765

## Apéndice técnico N.º 6

### Indicadores visuales de la permeabilidad del suelo: textura, comportamiento físico y color

Tomado de FAO, 2003

Permeabilidad	Textura y perfil	Comportamiento físico	Color y manchas de color
Muy lenta	Capas de arcilla, arcilla densa o presente con substratos de muy lenta permeabilidad	Cuando se seca, el terreno se agrieta muy severamente, salvo las capas endurecidas o induradas que no se agrietan o rompen.	Por lo general con manchas de color
	Capas endurecidas, a direrencia de las capas de arcillas	Las capas endurecidas que se asocian con esta clase suelen ser capas de arena altamente endurecidas o arena y grava. Cuando se golpean con el azadón emiten un sonido vibrante.	Muchas manchas de color
Lenta	Arcillosa o arcillosa limosa, capas de arcilla, capas moderadamente endurecidas	La contracción y el agrietamiento son menos pronunciados que en la clase de permeabilidad muy lenta	Manchas de color moderadamente intensas
	Limo. Capas limosas		Manchas de color moderadamente intensas y color grisáceo
Moderadamente lenta	Horizontes de textura moderadamente fina que muestran alguna granulación o una ligera dispersión de partículas	La contracción, por lo general, no es muy pronunciada y las fisuras no son ni muy grandes ni numerosas	Moderadas manchas de color, pero el color es más brillante que en la clase de permeabilidad lenta
Moderada	Texturas moderadamente finas; ligeramente plásticas en mojado y moderadamente duras en seco		Las manchas de color son escasas
Moderadamente rápida	Suelos de textura moderadamente fina a media		Manchas de color ocasionales. Por lo general el amarillo moderadamente brillante
Rápida	Suelos de textura mediana o moderadamente gruesa		No hay manchas de color, a menos que la capa freática sea alta. Por lo general, el color es muy brillante. El contenido de materia orgánica suele ser moderado a bajo
Muy rápida	Suelos de textura gruesa a gravosa		El color es brillante, salvo cuando la capa freática es alta

# Apéndice técnico N.º 7

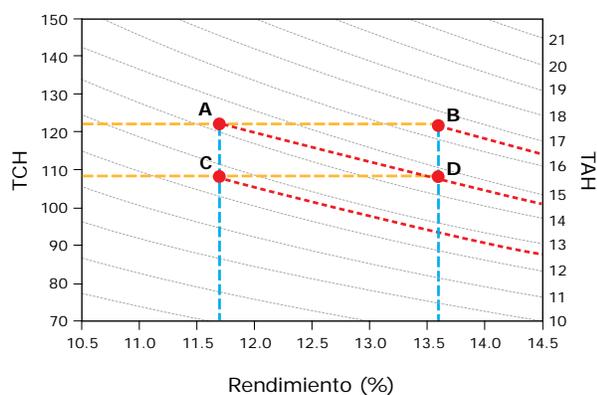
## Cómo se lee una gráfica de curvas iso

Tomado de Carrillo y Silva, 2008

Con el propósito de facilitar el análisis descriptivo de la productividad azucarera en el valle del río Cauca y el análisis comparativo de los indicadores definidos para el efecto, Cenicaña promueve el uso de las gráficas conocidas como curvas de isoproductividad, que muestran los valores promedio de rendimiento en azúcar (eje 'x') y toneladas de caña por hectárea (TCH, eje 'y') a partir de los cuales se obtienen determinadas toneladas de azúcar por hectárea (TAH, eje 'z').

Los puntos en la gráfica (ver ejemplo) indican la magnitud de la productividad (TAH) según los valores que toman las dos variables consideradas en el análisis (TCH y rendimiento).

Las líneas superpuestas de color azul muestran cómo se leen los valores del eje 'x' (que en este caso corresponden a rendimiento), mientras que las líneas amarillas muestran cómo se leen los valores del eje 'y' (TCH). Finalmente, las líneas rojas señalan la forma de leer los valores del eje 'z' (TAH), es decir, los valores de la productividad.



Se observa que los puntos A y D presentan igual productividad (isoproductividad) con diferentes combinaciones de TCH y rendimiento; por su parte, los puntos A y B y los puntos C y D, que son iguales en TCH pero distintos en rendimiento, se ubican en curvas de productividad diferentes, tal como ocurre con los puntos A y C y los puntos B y D, que tienen el mismo valor de rendimiento pero distintos valores de TCH.

## Apéndice técnico N.º 8

### Tabla de referencia de la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA)

Tomado de [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

LARA de 179 suelos representativos del valle del río Cauca (213,675 ha). Septiembre 2013

Símbolo	Nombre	Subgrupo	LARA (mm)	
			2 - 4 meses (0.60 m)	4-10 meses (0.80 m)
AF	Alto Miraflores	Udic Haplustolls	29	55
AG	Aranjuez	Entic Endoaquerts	57	82
AL	Alfaguara	Udic Haplustepts	51	64
AM	Amaime	Typic Ustifluvents	48	74
AR	Argelia	Vertic Argiustolls	50	60
AS	Asombro	Udertic Haplustalfs	50	74
AY	Arroyo	Udertic Haplustolls	49	76
BA	Basuro	Aeric Endoaquepts	58	74
BB	Brisas	Aquic Haplustepts	58	83
BC	Baltica	Aquic Argiustolls	48	58
BH	Bahía	Fluventic Eutrudepts	52	78
BL	Ballesteros	Typic Endoaquerts	58	72
BR	Britania	Typic Haplustolls	53	72
BT	Balta	Aquertic Haplustolls	50	83
BU	Burrigá	Typic Endoaquerts	56	78
CA	Catorce	Aeric Endoaquerts	52	81
CB	Ceibal	Udertic Haplustalfs	50	74
CC	Cachimbalito	Fluventic Hapludolls	59	78
CD	Chontaduro	Typic Haplustolls	55	72
CE	Cerrito	Entic Haplustolls	36	48
CI	Cali	Cumulic Haplustolls	41	61
CM	Chamburo	Fluvaquentic Haplustolls	52	77
CN	Cantarina	Pachic Vertic Haplustolls	58	80
CO	Corozo	Fluventic Eutrudepts	62	81
CT	Corintias	Typic Haplusterts	55	79
CU	Cuprecia	Aquic Hapluderts	51	91
DD	Diana	Typic Argiustolls	39	47
DL	Delicias	Udic Haplustepts	57	75
DP	Delpalo	Udifluventic Haplustepts	51	67
DS	Desbaratado	Aquertic Haplustolls	50	86
EB	El Blanco	Udic Haplustolls	51	81
EE	Esperanza	Fluventic Haplustolls	49	72
EG	Egipto	Chromic Vertic Endoaqualfs	65	78

Continúa

Apéndice técnico 8. Continuación.

Símbolo	Nombre	Subgrupo	LARA (mm)	
			2 - 4 meses (0.60 m)	4-10 meses (0.80 m)
EL	Escalita	Fluventic Haplustolls	52	79
EM	Esmeralda	Cumulic Haplustolls	55	69
EO	El Alto	(Utic) Hapludalfs	32	41
ES	Esneda	Typic Haplusterts	50	70
EZ	Escocia	Fluvaquentic Haplustolls	58	79
FF	Río Fraile	Fluvaquentic Endoaquolls	43	67
FL	Florida	Entic Haplustolls	37	50
FO	La Floresta	Vertic Endoaquepts	69	90
FP	Felipeto	Aquic Argiudolls	61	81
FR	Franciscano	Aquic Haplustolls	49	64
GA	Guachené	Humic Dystrudepts	55	77
GB	Guabito	Aquic Haplustepts	56	64
GD	Guadual	Fluvaquentic Haplustolls	51	71
GH	Guachal	Pachic Haplustolls	52	72
GI	Guacarí	Fluventic Haplustolls	52	74
GL	Galpón	Typic Calcisterts	54	71
GN	Génova	Entic Haplustolls	30	38
GO	Guabal	Vertic Haplustepts	50	60
GR	Granadita	Ustic Haplohumults	43	52
GU	Guadualito	Fluvaquentic Haplustolls	55	75
GV	Genovés	Pachic Haplustolls	46	66
HC	Ciénaga Honda	Fluvaquentic Endoaquepts	54	71
HE	Hacienda el Rhin	Fluventic Endoaquepts	58	82
HR	Hormiguero	Udifuventic Haplustepts	48	67
HV	Hacienda Villas	Aquertic Eutrudepts	63	76
IE	Inés	(Udic) Pachic Haplustolls	65	89
IN	India	Udic Haplustepts	55	70
IS	Isabela	Aquertic Haplustolls	58	75
IT	Italia	Typic Argiustolls	48	67
JA	Jamaica	Fluventic Haplustepts	64	85
JE	Jerusalén	Entic Udic Haplusterts	55	61
JG	Japiogrande	Fluventic Eutrudepts	67	86
JJ	Japiodos	Fluvaquentic Endoaquepts	55	82
JN	Juanchito	Vertic Endoaquepts	54	67
JO	Joya	Fluventic Haplustepts	55	74
JP	Josepilla	Fluventic Haplustepts	53	76
JR	Jordán	Typic Haplustolls	49	88
JU	Jamundi	Chromic Epiaquerts	64	91
KA	Cañas	Fluventic Eutrudepts	55	72
KB	Cabal	Aeric Fluvaquents	54	69
KC	Caloto	Typic Palehumults	52	75
KG	Cartaguito	Vertic Haplustalfs	50	60
KJ	Cascajal	Aeric Endoaquepts	49	87
KK	Cachimbo	Udic Ustifluvents	43	63
KL	Calamar	Vertic Argiustolls	42	65

Continúa

Apéndice técnico 8. Continuación.

Símbolo	Nombre	Subgrupo	LARA (mm)	
			2 - 4 meses (0.60 m)	4-10 meses (0.80 m)
KM	Cámbulos	Udertic Haplustolls	59	78
KN	Canaima	Typic Hapluderts	69	79
KP	Campiña	Fluventic Eutrudepts	60	80
KS	Castillo	Udertic Haplustepts	52	71
KT	Corinto	(Udic) Humic Dystrustepts	56	79
KZ	Corozal	Fluvaquentic Endoaquepts	48	77
LA	Limar	Fluventic Haplustepts	42	61
LC	La Cabaña	Typic Calcustolls	53	70
LG	Laguneta	Vertic Endoaquolls	46	72
LH	La Habana	Udic Haplustepts	56	75
LI	Lisboa	Cromic Haplusterts	59	66
LM	Loma	Vertic Hapludalfs	45	70
LO	Lomitas	Fluvaquentic Endoaquepts	48	62
LR	La Flor	Typic Endoaquepts	54	82
LS	La Selva	Vertic Haplustolls	49	75
MA	Margarita	Vertic Haplustepts	56	78
MC	Margarita Cruz	Typic Ustipsamments	17	23
MF	Miraflores	(Ustic) Palehumults	51	61
MJ	Machín	Fluventic Dystrudepts	55	73
MK	Mónaco	Typic Endoaquepts	57	85
ML	Manolo	Udifluventic Haplustolls	47	63
MN	Manuelita	Fluventic Haplustolls	55	75
MO	Morgan	Fluventic Haplustolls	45	58
MS	Marsella	Typic Haplustepts	48	73
NA	Nariño	Typic Haplustolls	56	70
NI	Nilo	Aquertic Hapludalfs	46	54
NJ	Naranjos	Inceptic Haplustalfs	49	68
NM	Nima	Entic Haplustolls	45	60
NP	Nuevo Pichichí	Typic Haplusterts	41	62
OR	Oriente	Pachic Haplustolls	45	64
OV	Ovejera	Fluvaquentic Haplustolls	40	68
PA	Palmiche	Pachic Haplustolls	54	72
PB	Porce Blum	Fluventic Haplustolls	50	75
PC	Pichichí	Vertic Argiustolls	41	62
PH	Pasoancho	Pachic Haplustolls	39	51
PI	Piedras	Chromic Haplusterts	51	71
PK	Potoco	Typic Fluvaquents	76	109
PL	Palmira	Pachic Haplustolls	50	70
PM	Palmeras	Vertic Haplustolls	53	76
PN	Pindo	Vertic Argiustolls	58	80
PO	Potrillo	Chromic Hapluderts	52	80
PP	Palmas	Fluventic Haplustolls	35	40
PR	Párraga	Fluventic Haplustolls	58	69
PT	Palmirita	Cumulic Haplustolls	50	70
PW	Puente Esclavos	(Udic) Humic Dystrustepts	53	82

Continúa

Apéndice técnico 8. Continuación.

Símbolo	Nombre	Subgrupo	LARA (mm)	
			2 - 4 meses (0.60 m)	4-10 meses (0.80 m)
PX	Palmito	(Udic) Pachic Haplustolls	61	72
QM	Quinamayó	Fluvaquentic Eutrudepts	49	80
RA	Rafaela	Fluvaquentic Endoaquolls	61	85
RD	Arrendo	Fluvaquentic Eutrudepts	55	72
RE	Real	Aquic Haplustepts	45	61
RF	Refugio	Entic Haplusterts	57	76
RI	Retiro	Petrocalcic Haplusterts	65	81
RJ	Río de Janeiro	Chromic Endoaquerts	50	66
RL	Río Paila	Fluventic Haplustolls	50	73
RP	Rancho Pato	Chromic Hapluderts	57	82
RR	Rita	Pachic Argiustolls	56	72
RT	Ricaurte	Vertic Haplustolls	50	75
SA	Samán	Fluventic Haplustepts	47	87
SC	San Camilo	Typic Haplusterts	47	70
SE	Santa Elena	Entic Haplustolls	55	78
SG	San Jorge	Aquic Eutrudepts	54	71
SH	Santa Rosa	Entic Haplusterts	56	75
SK	Sinaí	Udic Haplustolls	56	86
SL	Sillero	Typic Hapludalfs	65	90
SM	San Marcos	Fluventic Haplustepts	40	61
SN	San Nicolás	Oxic Dystrudepts	58	79
SP	San Pablo	Typic Calcisterts	47	63
SR	San Rafael	Entic Haplusterts	48	64
SS	San Lorenzo	Fluventic Haplustolls	55	85
ST	Santa Rita	Cumulic Haplustolls	45	67
SU	La Suiza	Vertic Endoaquolls	53	72
TB	Tibet	Chromic Endoaquerts	59	79
TE	Tesoro	Entic Haplustolls	44	64
TF	Tiftón	Vertic Eutrudepts	50	66
TI	Trinidad	Aquic Haplustepts	36	43
TL	Taula	Udic Haplusterts	69	94
TM	Timba	(Anthraquic) Dystrudepts	54	73
TR	Troja	Udic Haplustolls	51	74
TT	Tortugas	Aquertic Hapludalfs	52	84
TU	Tupia	Fluventic Haplustepts	44	73
VB	Viterbo	Aquic Hapludolls	50	78
VC	Victoria	Udertic Haplustepts	54	69
VG	Vega	Typic Ustifluvents	48	83
VH	Vista Hermosa	Aeric Endoaquerts	67	85
VI	Villa	Typic Haplustepts	51	70
VM	Villa Linda	Typic Hapludolls	60	86
VP	Villa Paz	Typic Udifluvents	58	80
VS	Villa Stella	Typic Dystrudepts	54	73
YM	Yumbo	Vertic Haplustepts	45	60
ZC	Zanjón Cochinito	Vertic Endoaquerts	61	84
ZJ	Zanjón Rosario	Vertic Endoaqualfs	55	84
ZP	Zanjón de Piedra	Fluvaquentic Endoaquolls	59	79
ZR	Zanjón Rozo	Fluvaquentic Endoaquepts	62	83

# Referencias bibliográficas

- Carbonell González, J. A.; Quintero Durán, R.; Torres Aguas, J. S.; Osorio Murillo, C. A.; Isaacs Echeverri, C. H. y Victoria Kafure, J. I. 2011. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (cuarta aproximación). Principios metodológicos y aplicaciones. Cali, Colombia. 119 pp. (Serie Técnica N.º 38).
- Carrillo Camacho, V.E.; Silva Cerón, H.F. 2008. Novedades editoriales y en web. Carta Trimestral. 30, 1 y 2 (ene-jun.): 6-8. Disponible en <[http://www.cenicana.org/publicaciones/carta\\_trimestral/ct2008/ct1y2\\_08/ct1y2\\_08\\_p6-8.php](http://www.cenicana.org/publicaciones/carta_trimestral/ct2008/ct1y2_08/ct1y2_08_p6-8.php)> consultado el 21-10-2012.
- Casanova Pinto, M.; Vera Elizondo, W.; Luzio Leighton, W. y Salazar Guerrero, O. 2004. Edafología. Guía de clases prácticas. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago de Chile. Chile. 75 pp. Disponible en <[http://www.agronomia.uchile.cl/web/manuel\\_casanova/MANUAL%20EDAFOLOGIA%20\\_2004.pdf](http://www.agronomia.uchile.cl/web/manuel_casanova/MANUAL%20EDAFOLOGIA%20_2004.pdf)> consultado el 10-10-2012.
- Conde, G.; Manotas, D.F.; Manyoma, P.C.; Toro, H.H. y Vargas, G. 2007. Renova. Modelo económico para apoyar la decisión de renovación de cultivos de caña de azúcar, versión 1.0. Manual del usuario. Cenicaña-Universidad del Valle. Cali, Colombia. 19 pp.
- Cruz Valderrama, J.R. 2010a. Adecuación de campos para cosechas manual y mecanizada. Parte 1: diseño de campo. p.8-13. En: Seminario Internacional de Cosecha de la Caña de Azúcar. Memorias: Seminario Internacional de Cosecha de la Caña de Azúcar. Cali. Colombia. Noviembre de 2010. Tecnicaña, Cali, Colombia.
- Cruz Valderrama, J.R. 2010b. Tecnologías de riego para el uso eficiente y sostenible del agua en el sector cañicultor. Carta Trimestral. 32, 1-2 (ene.-jun.): 5-22.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. Permeabilidad del suelo. En: Métodos sencillos para la acuicultura [CD-ROM]. Segunda edición. Disponible en <[ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/Index.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/Index.htm)> consultado el 06-04-2013.
- Ingenio Risaralda. 2006. Guía para el control de calidad de las labores del cultivo de la caña de azúcar. Cali. Ingenio Risaralda-Cenicaña-Fundeaagro. 60 pp.
- Igac (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 2006. Estudio detallado de suelos y capacidad de uso de las tierras sembradas con caña de azúcar localizadas en el valle geográfico del río Cauca. Informe general. IGAC, Bogotá, Colombia. 1007 pp.
- Isaacs Echeverri, C.H. y Silva Cerón, H.F. 2012. Desarrollo de una Guía de Recomendaciones Técnicas (GRT) para el manejo de la caña de azúcar con enfoque de Agricultura Específica por Sitio - AEPS. p.710-723. En: Congreso Atalac, VIII, y Congreso Tecnicaña, IX. Memorias. Cali. Colombia. 12-14 sep., 2012. Atalac-Tecnicaña, Cali. Colombia.
- Isaacs Echeverri, C.H.; Carbonell González, J.; Zamorano Álvarez, D.; Castillo Beltrán, S.V.; Silva Cerón, H.F.; Londoño Arango, S.; González Buriticá, L.E.; Moreno Gil, C.A.; Posada Contreras, C. y Erazo Mesa, O.E. 2011. Agricultura específica por sitio. Cuarta fase. Informe Técnico Final. Cenicaña, Cali, Colombia. 323 pp. (Contrato Colciencias-Cenicaña. Código 22-4-452-21079, Convenio 471-2008).
- Isaacs Echeverri, C. H.; Victoria Kafure, J. I.; Arce, C. A. y López Zúñiga, L. O. 2008. Agricultura específica por sitio. Tercera fase. Informe Técnico Final. Cenicaña, Cali, Colombia. 146 pp. (Contrato Colciencias-Cenicaña. Código: 2214-07-17409).
- Isaacs Echeverri, C.H.; Carrillo Camacho, V.E.; Anderson Acuña, E.; Carbonell González, J.A. y Ortiz Uribe, B.V. 2004. Desarrollo de un sistema interactivo de información en Web con el enfoque de agricultura específica por sitio. Cenicaña. Cali, Colombia. 73 pp. (Serie Técnica N.º 34).
- Peña Quiñones, A.J.; Cortés Betancourt, E.; Torres Aguas, J.S.; Carbonell González, J.A.; Moreno Gil, C.A. y Palma Zamora, A.E. 2006. Estimación de la evaporación a partir de variables meteorológicas en el valle del río Cauca-Colombia. Cenicaña, Cali, Colombia. 13 pp.
- Quintero Durán, R.; García Sánchez, A.; Cortés Lombana, A.; Muñoz Arboleda, F.; Torres Aguas, J. S.; Carbonell González, J. A. y Osorio Murillo, C. A. 2008. Grupos homogéneos de suelos del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (segunda aproximación). Cenicaña. Cali, Colombia. 112 pp. (Serie Técnica N.º 37).
- Quintero Durán, R.; Anderson Acuña, E. 2006. Sistema experto de fertilización para caña de azúcar en suelos de la parte plana del valle del río Cauca. Cenicaña. Cali, Colombia. 17 pp. (Documento de trabajo N.º 550).
- Torres Aguas, J.S.; Villegas Tascón, F.; Cruz Valderrama, J.R. 2009. Guía práctica para evaluar el desempeño de los sistemas de cosecha de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Cenicaña, Cali, Colombia. 66 pp.
- Torres Aguas, J.S.; Cruz Valderrama, J.R. y Villegas Trujillo, F. 2004. Avances técnicos para la programación del riego en caña de azúcar. Segunda edición. Cenicaña. Cali, Colombia. 66 pp. (Serie Técnica N.º 33).
- USDA (United States Department of Agriculture). 2003. Keys to Soil Taxonomy. Ninth Edition. USDA, Washington, Estados Unidos. 332 p. Disponible en <[ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil\\_Taxonomy/keys/2003\\_Keys\\_to\\_Soil\\_Taxonomy.pdf](ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/keys/2003_Keys_to_Soil_Taxonomy.pdf)> consultado el 06-04-2013.

# Siglas y abreviaturas

## Instituciones

Asocaña:	Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia
Cenicafé:	Centro Nacional de Investigaciones de Café
Cenicaña:	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
Ciat:	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CVC:	Corporación Autónoma Regional de Valle del Cauca
FAO:	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Ideam:	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
Igac:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
USDA:	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (sigla en inglés)

## Variedades de caña de azúcar

CC:	Cenicaña Colombia
MZC:	Mayagüez Colombia
PR:	Puerto Rico
V:	Venezuela

## Unidades de medida

Rto:	rendimiento comercial en azúcar (%)
TAH:	toneladas de azúcar por hectárea
TAHM:	toneladas de azúcar por hectárea y mes
TCH:	toneladas de caña por hectárea
TCHM:	toneladas de caña por hectárea y mes

## Varias

APS:	adecuación, preparación y siembra
AEPS:	agricultura específica por sitio
CAR:	control administrativo del riego
BH:	balance hídrico
GGPS:	grandes grupos de preparación de suelos
GH:	grupos de humedad
GHS:	grupos homogéneos de suelos
GRT:	guía de recomendaciones técnicas
GTT:	grupos de transferencia de tecnología
LARA:	lámina de agua rápidamente aprovechable
PAT:	programa de aprendizaje y asistencia técnica
Renova:	modelo económico para apoyar la decisión de renovación de cultivos de caña de azúcar
RMA:	red meteorológica automatizada
SEF:	sistema experto de fertilización
SIG:	sistema de información geográfica

La presente guía metodológica incluye este volumen impreso y los recursos digitales indicados en él, materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar que fueron validados por los autores con grupos de pares expertos y con grupos de usuarios potenciales en Colombia.

Los destinatarios de la guía reciben los materiales personalmente de parte de Cenicaña y 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 que se hagan de los materiales y atenderá oportunamente las solicitudes de servicios requeridos para la celebración de las actividades pedagógicas, según los términos de compromiso descritos en la guía.

## **Publicación Cenicaña**

### **Producción editorial**

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

### **Coordinación editorial y edición de textos**

Victoria Carrillo y Margarita Rodríguez

### **Diseño gráfico y diagramación**

Alcira Arias Villegas

### **Corrección de estilo**

Ernesto José Fernández Riva

### **Ilustraciones**

Julio César Martínez y Alcira Arias

### **Fotografías**

Banco de imágenes Cenicaña

### **Impresión**

Prensa Moderna S.A. (Cali, Colombia)



## Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

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

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

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

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

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



La colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar consta de dos series temáticas: sistema de producción agrícola y sistema de producción industrial. Cada serie está conformada por varias guías metodológicas, y cada guía incluye un volumen impreso y los recursos digitales asociados a él, materiales técnicos y didácticos diseñados por Cenicaña en el marco del programa de aprendizaje y asistencia técnica (PAT) que coordina el centro de investigación en la agroindustria colombiana.

El propósito de esta guía metodológica es facilitar la capacitación y la gestión de conocimiento para la toma de decisiones de manejo agronómico en el cultivo de la caña de azúcar con el enfoque de agricultura específica por sitio (AEPS®).

La guía está dirigida a los facilitadores de la transferencia y la adopción de tecnología, quienes se encargan de planificar, ejecutar y evaluar las actividades de capacitación.

Participan en el proceso de aprendizaje los usuarios finales de las tecnologías de producción agrícola, quienes intervienen en las decisiones técnicas y administrativas acerca del sistema de gestión empresarial y se encargan del manejo del cultivo en las unidades productivas.

Los autores afirman que al finalizar la capacitación, con la orientación de los facilitadores y la intervención activa en las prácticas y ejercicios propuestos en la guía, los participantes tendrán claro el concepto de zonificación agroecológica, serán conscientes de la importancia de la AEPS y serán competentes para implementarla.



**cenicaña**

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Calle 58N No. 3BN-110 Cali, Colombia

[www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

