



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



# Control Administrativo del Riego, CAR

Guía metodológica

José Ricardo Cruz Valderrama



**Serie:** Sistema de  
producción agrícola

# El autor

**José Ricardo Cruz Valderrama**, ingeniero agrícola con maestría en ciencia del suelo y manejo de aguas, es investigador del programa de agronomía de Cenicaña en el área de suelos y aguas. Obtuvo el título de ingeniero agrícola en 1976, en el programa dirigido por la Universidad del Valle y la Nacional de Colombia, sede Palmira, y de inmediato se vinculó a la firma Consultores Guido Castañeda como auxiliar de diseño de obras hidráulicas. Desde 1977 hasta 1979 trabajó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) como asistente de la superintendencia de campo con funciones en adecuación, mecanización, riego, drenaje y manejo de cultivos. En 1979 inició su labor docente en la Universidad Nacional, en Palmira, donde fue profesor titular del área de suelos y aguas. En 1983 obtuvo una beca del gobierno de los Países Bajos para realizar estudios de maestría en ciencia del suelo y manejo de aguas en la Universidad Agrícola de Holanda, en Wageningen, y en 1985 recibió el grado de maestro en ciencias (M.Sc.). El mismo año regresó a la Universidad Nacional como profesor del programa de maestría en suelos y aguas. En 1988 se vinculó al Ingenio Central Castilla, donde fue jefe del departamento de ingeniería agrícola y dirigió las áreas de adecuación de tierras, manejo de recursos hídricos, diseño y construcción de obras hidráulicas y vías. En 1992 se integró a Cenicaña como ingeniero de suelos y aguas.

# Control Administrativo del Riego, CAR

Guía metodológica





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



# Control Administrativo del Riego, CAR

Guía metodológica

José Ricardo Cruz Valderrama



**Serie:** Sistema de  
producción agrícola

Cruz Valderrama, José Ricardo

Control administrativo del riego: guía metodológica / José Ricardo Cruz Valderrama. -- Cali: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 2014.

80 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 978-958-8449-11-1

1. Caña de azúcar. 2. Agua. 3. Riego. 4. Medición. 5. Caudal. 6. Control administrativo del riego

I. Título.

631.7 CDD 23 ed.

C955

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

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

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

**Referencia sugerida:**

Cruz Valderrama, J.R. 2014. Control administrativo del riego, CAR. Guía metodológica. Cenicaña. Cali, Colombia. 80 p. (Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar. Sistema de producción agrícola).

## Agradecimientos

El autor agradece a las siguientes personas la colaboración y los valiosos aportes en la elaboración de esta guía metodológica acerca del control administrativo del riego:

Aníbal Valdés, topógrafo y administrador de empresas, y Ramiro Besosa y Jaime Gómez, ingenieros agrónomos, quienes apoyaron la gestión de la calidad del riego en los ingenios Central Castilla, Providencia y Manuelita. Francisco Millán y Martha Lucía Gómez, práctico agrícola del área de manejo de aguas y auxiliar del programa de agronomía de Cenicaña; Einar Anderson, director administrativo; Jaime Hernán Caicedo, jefe del servicio de tecnología informática; y Sandra Palacios, ingeniera de sistemas.

# 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>Control administrativo del riego, CAR</b>
	<b>Preámbulo para el aprendizaje</b>
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
	<b>Unidad de aprendizaje</b>
10	<b>Parámetros e indicadores del CAR</b>
10	Introducción
11	Estructura de aprendizaje
12	Parámetros de operación del riego por surcos
13	Indicadores de gestión
15	Práctica 1. Medición del caudal de agua por surco y por frente de riego
27	Práctica 2. Medición de parámetros de tiempo y área durante la operación del riego por surcos
35	Práctica 3. Determinación de los indicadores de calidad de la gestión del riego
39	Práctica 4. Interpretación y mejoramiento de los indicadores de calidad en la gestión de riego
42	<b>Apéndices</b>
66	Referencias bibliográficas

# Presentación

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

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

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

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

Álvaro Amaya Estévez  
Director general, Cenicaña

# 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 los procesos actuales y en las proyecciones de innovación.

Para ello necesitamos afianzar la cooperación técnica interinstitucional en un programa concertado, a través del cual desarrollemos las competencias de cada actor 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 en el uso de la tecnología y la gestión de planes de acción para la adopción.

El primer paso del modelo consiste en definir la oferta tecnológica del programa de aprendizaje y asistencia técnica (identificado con la sigla PAT), documentando la tecnología validada, sus modos de uso y el potencial de adopción. Así 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, y los resultados que se esperan de la intervención.

Enseguida se traduce a lenguaje pedagógico la documentación que sustenta la tecnología materia del PAT y se produce una guía metodológica con los enfoques de gestión del conocimiento y desarrollo de competencias.

Las guías metodológicas contienen los materiales técnicos y didácticos para llevar a cabo la capacitación. Antes de su publicación, son validadas y ajustadas 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 Cenicaña— 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 en los años siguientes.

Cenicaña 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.

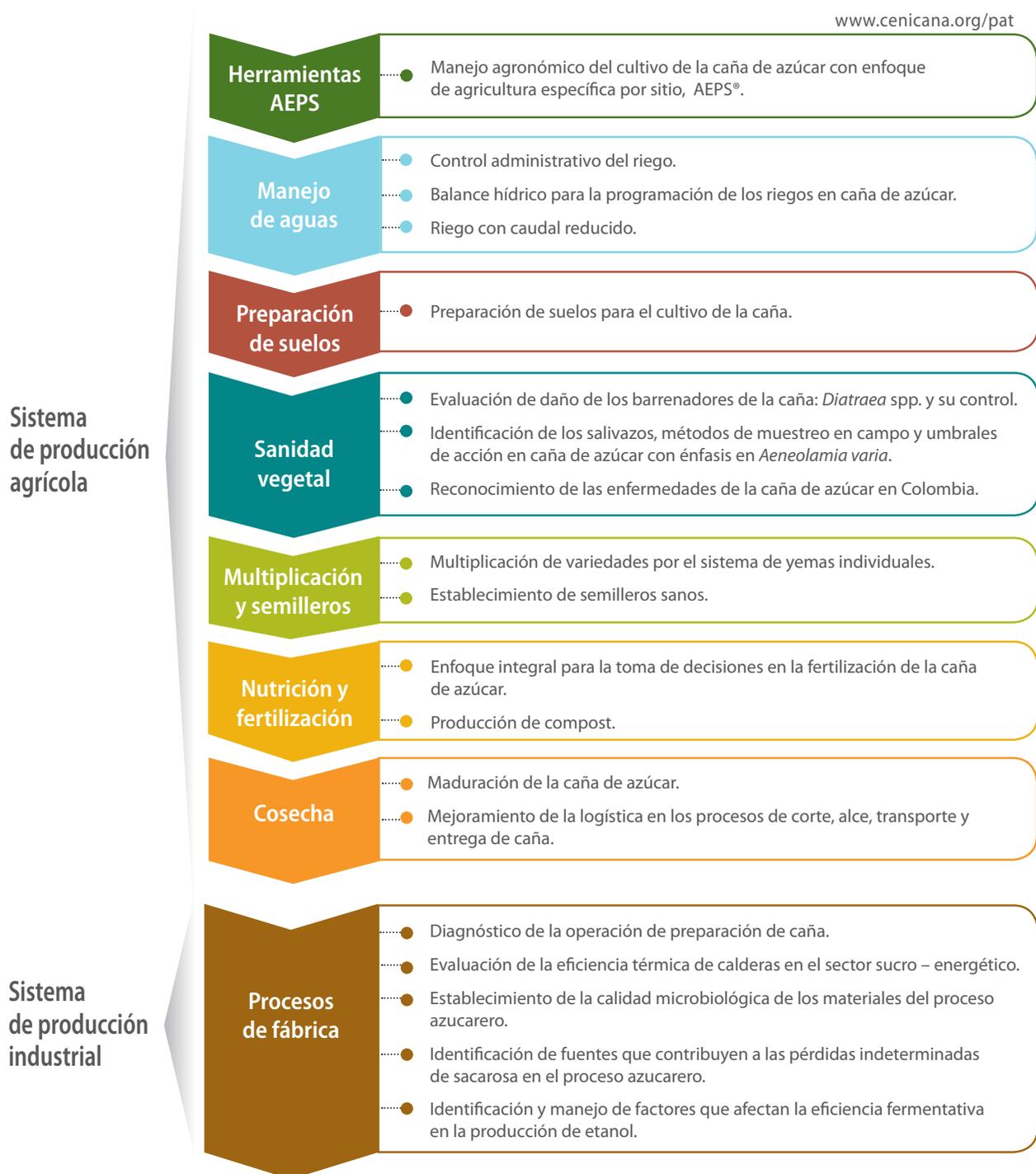
Para hacer realidad el PAT, el centro de investigación creó la colección de materiales para la transferencia de tecnología, que hasta el momento incluye diez y nueve guías metodológicas, catorce en la serie dedicada al sistema de producción agrícola y cinco en el sistema de producción industrial. Las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



# 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 conformada por varias guías metodológicas en las que se presentan las tecnologías validadas por Cenicaña que son objeto de adopción por el sector productivo.

Cada guía metodológica consta de un volumen impreso y de ayudas didácticas, materiales diseñados por Cenicaña en una estructura dispuesta a la gestión del conocimiento y el desarrollo de competencias.

En el volumen impreso, 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, una unidad de aprendizaje contiene: introducción, objetivos, estructura de aprendizaje, preguntas iniciales, documentación técnica, ejercicios y prácticas, recursos digitales 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 de evaluación de la capacitación, y los documentos técnicos complementarios para el logro de los objetivos de aprendizaje.

Preámbulo para  
el aprendizaje

## Control Administrativo del Riego, CAR

Un método de gestión de calidad que permite aumentar el rendimiento del riego, reducir el consumo de agua y disminuir los costos de la labor





## Introducción

La productividad de nuestra industria sucro-alcoholera y su rentabilidad se relacionan directamente con el buen uso de los recursos naturales, su protección y conservación, especialmente en la producción de la caña de azúcar, materia prima de este sector en el valle del río Cauca, donde se cultivan alrededor de 225,000 hectáreas con la gramínea al año y el 90% recibe riego.

De acuerdo con la Asociación colombiana de productores y proveedores de caña de azúcar (Procaña, 2014) el riego representa aproximadamente el 32% del costo total de producción de caña soca por hectárea. El agua es el insumo más costoso en la labor de riego, puesto que para disponer de ella en el campo de cultivo el agricultor debe extraerla del suelo o captarla de un cauce superficial, en algunos casos debe almacenarla y, finalmente, en la operación del riego, debe conducirla, distribuirla y controlarla.

Así, el uso eficiente del agua es un asunto prioritario de atención en los programas de desarrollo sostenible de la agroindustria.

Con las tecnologías actuales se estima que es posible disminuir hasta en 50% el volumen de agua aplicado en cada riego, según las condiciones específicas del sitio de cultivo. Las tecnologías y prácticas recomendadas son: el balance hídrico para la programación del riego; la aplicación del agua por pulsos y por surco alterno mediante tuberías o politubulares con compuertas; y el control administrativo del riego durante la operación.

El control administrativo del riego, CAR, es un método de gestión de calidad de la operación de riego que debe estar ligado con la programación del mismo según el balance hídrico.

En el CAR se evalúa la eficiencia del riego con respecto a tres indicadores principales: agua, tiempo y área. La evaluación se realiza en cada evento de riego, durante su ejecución, con base en la medición directa y la observación de unas pocas variables relacionadas con los tres indicadores de control.

La información veraz y oportuna acerca del manejo del riego es un insumo clave para ahorrar agua tanto en el evento inmediato como en los siguientes. Los indicadores del CAR permiten corregir lo pertinente cuando el riego está en marcha y ayudan a identificar las prácticas más adecuadas en el sitio de cultivo y a justificar acciones específicas de mejora en el corto plazo en los programas de riego, capacitación, infraestructura y operaciones agrícolas.

Esta guía resume en cuatro prácticas los procedimientos recomendados por Cenicaña para el control administrativo del riego en las unidades productivas de caña de azúcar del valle del río Cauca, explica los conceptos relacionados con los indicadores de la gestión y sus valores de referencia.



## A quién se dirige esta guía

La guía está diseñada para ser utilizada por los facilitadores de la capacitación y de asesorar a los encargados de la labor de riego y el manejo de aguas en las fincas productoras de caña de azúcar, quienes son responsables del uso eficiente y sostenible del recurso agua en las zonas dedicadas al cultivo.

De acuerdo con el programa de aprendizaje y asistencia técnica, PAT, el grupo de facilitadores está integrado por los encargados de asistencia técnica, gestión del riego y administración de fincas e investigación en los ingenios y las empresas proveedoras de caña, y por personal de Cenicaña. Los participantes en la capacitación, usuarios finales de la tecnología, son: productores de caña, mayordomos, supervisores, cabos y regadores.

## Cómo usar esta guía

Este material está fundamentado en la capacitación basada en competencias y el aprendizaje centrado en la gestión del conocimiento.

La guía ha sido diseñada a partir del análisis de las competencias que requiere una persona para realizar el control del riego por surcos, con base en lo cual se han establecido las capacidades (habilidades mentales, actitudes y destrezas perceptuales y físicas) necesarias para ejercer cada competencia.

Este enfoque implica el compromiso de los facilitadores de propiciar que los participantes desarrollen las capacidades para ejercer las competencias que exige la aplicación de los componentes tecnológicos presentados. En ese sentido, las prácticas son esenciales, y los escenarios para dichas prácticas deben contar con todos los recursos para realizarlas.

La guía contiene una serie de herramientas que ayudarán al facilitador a llevar a buen término su labor didáctica, aunque cada facilitador podrá hacer los ajustes que considere necesarios para desarrollar el tema.

A diferencia de otros títulos de esta colección, la presente guía se compone de una sola unidad de aprendizaje que consta de cuatro prácticas, base fundamental para la enseñanza y el aprendizaje del CAR. La información teórica y conceptual que se requiere para la realización de las prácticas está contenida en los apéndices técnicos, de tal manera que pueda usarse fácilmente durante las actividades.

Para una utilización adecuada de los materiales se recomienda a los facilitadores que revisen cada uno de los componentes de la guía y asimilen cabalmente su contenido como paso inicial para planificar la capacitación. Esto les permitirá tener a mano todos los recursos necesarios para realizar exitosamente las actividades de aprendizaje, aprovechando los medios digitales disponibles (apéndice didáctico 1).



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

**Identifique los materiales didácticos**  
 acerca del control administrativo del riego, CAR.

# Exploración de expectativas

El facilitador debe dedicar unos minutos a tres actividades que son importantes para preparar a los participantes para el aprendizaje: 1) la exploración de expectativas, que permite conocer qué intereses particulares tienen los participantes con respecto a esta capacitación; 2) la presentación de los asistentes, ya que trabajarán en equipo; y 3) la dinámica grupal, que facilita a los participantes desprenderse de preocupaciones ajenas a la capacitación.

A continuación presentamos una forma sencilla de realizar la exploración de expectativas. El facilitador puede modificar los casos sugeridos, al momento de preparar los materiales didácticos para la actividad.

- ☉ Divida a los participantes en grupos pequeños, de cuatro o cinco personas; procure que el grupo total no supere en número los veinte participantes. Pídales que se presenten indicando su nombre, de qué empresa vienen, el cargo y qué esperan lograr de esta capacitación.
- ☉ Entregue a cada grupo una de las preguntas siguientes, que deben discutir no más de diez minutos. Al finalizar, cada grupo explica su respuesta. El propósito es indagar qué tanto saben los participantes sobre el tema y facilitar la participación; la actividad no tiene fines calificativos.



RECURSO DIGITAL

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

**Juego de tarjetas ilustradas**

## Preguntas para los participantes

1 Un agricultor tiene el problema de que en época de riego se le reduce en 50% el caudal de agua que toma de la fuente y ya agotó todos sus esfuerzos para lograr aumentar el flujo de agua que requiere para su plantación.

**¿Qué le recomendamos?**

2 Un productor está muy preocupado por el gravamen exagerado que la autoridad ambiental está imponiendo al agua y porque se da cuenta de que él realmente no sabe cuánta agua consume.

**¿Qué le sugerimos?**

3 Un productor nos pregunta qué debe hacer para mejorar el riego en su finca, pues esta labor representa un costo muy alto en la producción del cultivo.

**¿Qué le respondemos?**

4 Un agricultor nos consulta qué debe hacer para establecer un control de riego en su finca.

**¿Qué le decimos?**



# Autoevaluación inicial de conocimientos



RECURSO DIGITAL

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

## Objetivo

La autoevaluación inicial tiene por objetivo que los participantes identifiquen qué tanto saben sobre la material de la capacitación antes de comenzar las actividades de aprendizaje. No es un examen calificativo, es una exploración inicial del nivel de conocimientos.

## Orientaciones para el facilitador

La autoevaluación permitirá abrir un espacio de discusión y definir el punto de partida de acuerdo con el nivel de conocimientos de cada participante. Es comprensible que los participantes no conozcan todas las respuestas, y de hecho posiblemente no conocen ninguna, lo cual será un indicador de que la capacitación será de mucha utilidad para todos. Esto, claro está, presumiendo que los asistentes han sido seleccionados entre aquellos que requieren capacitarse para desempeñarse con idoneidad en las labores del control administrativo del riego, CAR.

- Entregue a los participantes el cuestionario de autoevaluación.
- Infórmeles que tienen 30 minutos para responderlo y que una vez hayan terminado deben esperar a que el facilitador modere una sesión de autocorrección en la cual se comentarán las respuestas correctas y se discutirán las razones de ellas.

# Control Administrativo del Riego, CAR

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. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es una buena definición de caudal de agua?**

- a.  Es el volumen de agua usado en el riego, el cual se mide en una unidad determinada.
- b.  Es el volumen de agua expresado en pulgadas cuando la extracción se hace por medio de una motobomba.
- c.  Es la cantidad de agua expresada en volumen por unidad de tiempo.
- d.  Es la cantidad de agua que se utiliza por unidad de área regada.

**2. El tiempo de avance en el riego por surcos se puede definir como:**

- a.  La hora en que llega el agua al extremo final de los surcos.
- b.  El tiempo que se demora el agua en llegar hasta el final de los surcos.
- c.  El tiempo que le toma al agua llegar hasta cada frente de riego.
- d.  El tiempo que se demora el agua en pasar de un set o tanda de surcos a otro set.

**3. La LARA del suelo es:**

- a.  El agua que es retenida por el suelo entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP).
- b.  El agua que es retenida por el suelo entre el factor de agotamiento permisible y el punto de marchitez permanente.
- c.  Aquella parte del agua total que queda en el suelo en el momento de iniciar el riego.
- d.  La porción del total de agua aprovechable del suelo que se puede dejar agotar sin que se afecte la producción del cultivo.

## Control Administrativo del Riego, CAR

### Autoevaluación inicial de conocimientos

Página: 2 de 2

#### 4. El riego por surco alterno se define como:

- a.  La modalidad de riego por surcos en la que se aplica el agua surco de por medio.
- b.  La modalidad de riego por surcos en la que se riega solo la mitad de los surcos.
- c.  La modalidad de riego por surcos en la que el agua se coloca surco de por medio.
- d.  La modalidad de riego por surcos en la que el agua se coloca siempre sólo en los surcos impares.

#### 5. Los principales indicadores del control administrativo del riego por surcos son:

- a.  Hora en que llega el regador al sitio de riego y hora en que sale, hora en que llega el agua, caudal por surco y por regador, tiempo de avance del agua hasta el final del surco, surcos regados por jornada y tiempo perdido.
- b.  Estado de humedad del suelo hasta los 40 cm de profundidad, condición de la calle o entresurcos, sección hidráulica de los surcos, obstáculos para el flujo y profundidad en la parte media de los surcos.
- c.  Sincronización del agua, volumen de agua aplicado, eficiencia de aplicación, eficiencia administrativa, velocidad de avance del agua y profundidad de humedecimiento.
- d.  Sincronización del agua, jornal a imputar por hectárea, jornal neto por hectárea y número de surcos regados por jornada.

#### Hoja de respuestas

Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
1		
2		
3		
4		
5		



## Orientaciones para la información de retorno

El facilitador moderará una sesión de autocorrección en la cual se presentarán las respuestas correctas y se discutirán las razones de ellas.

### Respuestas correctas:



#### Pregunta 1

- c. El caudal de agua se define como la cantidad de agua (volumen) que pasa por una conducción por unidad de tiempo.

#### Pregunta 2

- b. El tiempo de avance en el riego por surcos es el tiempo que se demora el agua en llegar hasta el final de los surcos, desde el momento en que se coloca en la cabecera hasta el momento en que alcanza el extremo más bajo.

#### Pregunta 3

- d. La LARA (lámina de agua rápidamente aprovechable) del suelo se define como la porción o fracción del total de agua aprovechable del suelo que se puede dejar agotar sin que se afecte la producción del cultivo.

#### Pregunta 4

- c. El riego por surco alterno se define como la modalidad de riego por surcos en la que el agua se coloca surco de por medio.

#### Pregunta 5

- c. Los principales indicadores del control administrativo del riego por surcos son: sincronización del agua, volumen de agua aplicado, eficiencia de aplicación, eficiencia administrativa, velocidad de avance del agua y profundidad de humedecimiento.

## Objetivos de aprendizaje

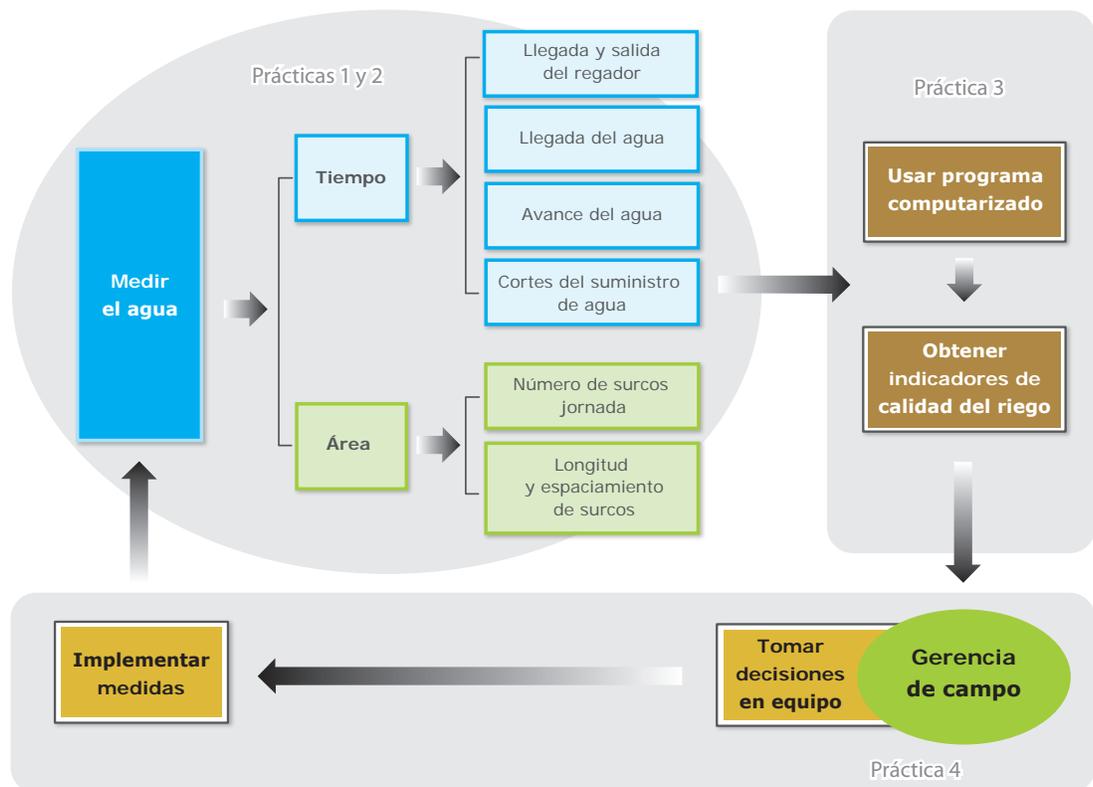
Al finalizar las actividades propuestas en esta guía los participantes estarán en capacidad de:

- Medir el agua utilizada en la labor de riego por surcos y los parámetros de tiempo y área durante la operación, requeridos para el control administrativo del riego (CAR).
- Determinar los indicadores de calidad de la gestión del riego por surcos utilizando el programa computarizado de CAR desarrollado por Cenicaña.
- Tomar medidas de mejoramiento de la gestión del riego tanto inmediatas como a corto plazo.



# Estructura general de aprendizaje

## Ciclo del control administrativo del riego



El ciclo de mejoramiento continuo basado en la dinámica PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) se incorpora en el procedimiento de control administrativo del riego, CAR, para contribuir al uso eficiente del agua en el cultivo de la caña de azúcar.

El procedimiento del CAR se basa en cuatro componentes, a saber: medición del agua y demás parámetros de tiempo y área presentes en la operación del riego; determinación de los indicadores de calidad de la gestión del riego utilizando el software desarrollado por Cenicaña; interpretación de los valores de cada indicador; y toma de decisiones e implementación de medidas para su mejoramiento.

Dichos componentes se abordan en esta capacitación en una unidad de aprendizaje que consta de cuatro prácticas, las dos primeras para desarrollar las capacidades de medición de los parámetros en el campo y las otras dos para aprender a calcular los indicadores y formar criterios para interpretarlos. En el proceso de aprendizaje se utiliza la información contenida en los apéndices técnicos de esta guía, los materiales didácticos de apoyo y la herramienta CAR disponibles en [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)



## Unidad de aprendizaje

# Parámetros e indicadores del CAR

## Introducción

En el valle del río Cauca, el agua de riego dedicada al cultivo de la caña de azúcar se extrae del suelo mediante pozos profundos o es captada por gravedad o por bombeo desde un cauce superficial. En algunos sitios es almacenada en reservorios. Después es conducida en canales abiertos o por tuberías a presión y distribuida y controlada mediante estructuras hidráulicas diversas, hasta que finalmente se dispone de ella en los campos de cultivo que la requieren. Con todo esto, en los periodos secos es común que muchos agricultores no dispongan de agua suficiente para atender las necesidades de riego en sus fincas.

El primer paso para disminuir el costo del riego y afrontar los periodos de sequía es aumentar la eficiencia de uso del agua, lo cual implica mejorar la operación de riego mediante acciones inmediatas o en el corto plazo basadas en observaciones y mediciones directas en el campo durante la labor.

Para lograr estos propósitos, en la gestión de manejo de aguas el productor de caña debe establecer el control administrativo del riego como una actividad permanente, unida a la programación del riego mediante el balance hídrico.

La información oportuna y veraz acerca de la operación del riego le permite tomar medidas correctivas inmediatas, así como identificar las acciones de mejora que debe realizar en el corto plazo en los programas relacionados con el manejo del agua disponible en la finca, principalmente en adecuación de tierras, preparación, siembra, construcción de obras hidráulicas, desarrollo de aguas, adaptación y operación de equipos agrícolas y cualificación de las personas responsables de la mano de obra, la calidad y la gestión integral del riego.

En esta unidad de aprendizaje presentamos cuatro actividades diseñadas para que los participantes en la capacitación adquieran las destrezas necesarias para establecer el control administrativo del riego por surcos en sus fincas, con el fin de disminuir el consumo de agua, incrementar el área regada por día y reducir los costos de producción de la caña de azúcar.

Los procedimientos y los conceptos descritos en la guía se basan en los resultados de varios años de investigación conjunta de Cenicaña y los ingenios azucareros del valle del río Cauca (Torres, Cruz y Villegas, 2004; Cruz, Besosa y Gómez, 1997; Medina y Cruz, 1991) y concuerdan con los criterios utilizados en el programa computarizado para el control administrativo del riego que se encuentra integrado al Balance hídrico priorizado versión 4.0 disponible en el sitio web de Cenicaña.

# Estructura de aprendizaje

## Actividades pedagógicas acerca del control administrativo del riego

### Práctica 1

Medición del caudal de agua por surco y por frente de riego



### Práctica 2

Medición de parámetros de tiempo y área durante la operación del riego por surcos



### Práctica 3

Determinación de los indicadores de calidad de la gestión del riego



### Práctica 4

Interpretación y mejoramiento de los indicadores de calidad de la gestión del riego



Los participantes en la capacitación acerca del control administrativo del riego tendrán la ocasión de intervenir en cuatro prácticas que les ayudarán a mejorar la gestión del riego por surcos en las fincas donde laboran.

- Las prácticas 1 y 2 se realizan en el campo. En la primera, los participantes adquieren destreza en la medición del caudal por surco y el caudal por frente de riego (caudal por regador). En la segunda practican lo aprendido y comprenden la importancia de medir los parámetros de tiempo y área durante la operación del riego.
- Las prácticas 3 y 4 se llevan a cabo en un salón dotado con computadores y acceso a internet. Están diseñadas para que los participantes aprendan a calcular los indicadores de calidad del riego de forma manual o, bien, utilizando el programa computarizado desarrollado por Cenicaña. La práctica 3 se refiere a las fórmulas de cálculo de los indicadores del CAR; la práctica 4, a los criterios técnicos que se deben tener en cuenta en las acciones inmediatas y en las decisiones de corto y mediano plazo basadas en los valores de los indicadores.

La retroinformación del facilitador y los participantes ocurre durante todo el proceso de aprendizaje, a medida que avanzan las prácticas. Antes de realizar la autoevaluación final de conocimientos y la evaluación de la capacitación los participantes comparten sus experiencias en el control administrativo del riego y expresan sus sugerencias para el mejoramiento del PAT.



## Parámetros de operación del riego por surcos

Para comenzar el ciclo del control administrativo del riego y establecerlo como una actividad permanente en el proceso de producción de caña de azúcar, es aconsejable seguir la programación del riego definida mediante el balance hídrico, la cual se basa en la aplicación de la lámina de riego requerida por el cultivo, que en el riego por surcos equivale a la lámina de agua rápidamente aprovechable del suelo (LARA).

En términos generales la LARA se refiere a la porción de agua —fracción del total de agua disponible en el suelo— que se puede dejar agotar sin que se afecte la producción del cultivo. Para calcularla es necesario conocer la textura del suelo, por lo cual se recomienda hacer ambas determinaciones directamente en el campo de cultivo y en el laboratorio. Consulte en el apéndice técnico 1 las indicaciones para determinar manualmente la textura del suelo.

Las actividades del CAR se realizan durante la operación del riego para evaluar la calidad de la labor en cada frente de riego o frente por regador. Los parámetros de operación incluyen información básica acerca del sitio, el cultivo y el método de riego; la medición del agua y las variables de tiempo y área tanto en los sitios de captación como en los campos con riego; y el registro de observaciones acerca del suelo y la adecuación del terreno para el riego por surcos (cuadro 1).



**Cuadro 1.** Parámetros de operación del riego por surcos en el CAR.

Información básica	Descripción	
Hacienda y suerte	Código, nombre	
Fecha de riego	Día, mes, año	
Edad del cultivo	Meses	
Ciclo del cultivo	Plantilla	
	Soca $\geq 1$	
Lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA)	Milímetros (mm)	
Método de riego	En plantilla: Surco continuo	En soca: Surco continuo, encalle 4x1
	Surco alterno	Surco alterno modificado, encalle 4x1
		Surco continuo, encalle 2x1
		Surco alterno modificado, encalle 2x1
Textura del suelo	Arenoso	
	Arenoso-franco	
	Franco-arenoso	
	Franco-arcillo-arenoso	
	Arcillo-arenoso	
	Franco-limoso	
	Limoso	
	Franco-arcillo-limoso	
	Arcillo-limoso	
	Franco	
	Franco-arcilloso	
Arcilloso		
Mediciones requeridas	Unidad de medida	
Hora de llegada del regador al sitio de riego	Horas: minutos (24:00)	
Hora de salida del regador	Horas: minutos (24:00)	
Hora de llegada del agua al sitio de riego	Horas: minutos (24:00)	
Caudal por fuente	Litros por segundo (l/s)	
Caudal por surco	Litros por segundo (l/s)	
Caudal por frente de riego	Litros por segundo (l/s)	
Tiempo de avance del agua en el surco	Horas: minutos (24:00)	
Tiempo de riego en la jornada*	Horas: minutos	
Tiempo total de suspensión del agua	Horas: minutos	
Longitud del surco	Metros (m)	
Espaciamiento entre surcos	Metros (m)	
Número de surcos regados por jornada	Número (n.º)	
Observaciones	Descripción	
Estado de humedad del suelo hasta 40 cm de profundidad	Seco	
	Muy seco	
	Agrietado	
	Moderadamente húmedo	
	Húmedo	
¿El suelo presenta grietas?	Sí	
	No	
¿La conformación del entresurco facilita el avance del agua?	Sí	
	No	
Estado de la pendiente en la dirección del surco	Uniforme	
	Variable	
¿Tiende el agua a irse de costado?	Sí	
	No	

\* Jornada: Tiempo que dura un turno de un regador, por ejemplo 8 horas, 10 horas, 12 horas.



## Indicadores de gestión

Los parámetros medidos durante la operación del riego se registran en el CAR para obtener los valores de los indicadores de calidad de la gestión del riego. La relación de los indicadores del CAR y sus unidades de medida se presentan en el cuadro 2. El concepto de cada indicador, su fórmula de cálculo y los valores de referencia para su interpretación y uso en la gestión del riego por surcos se detallan en los apéndices técnicos 2 y 3.

**Cuadro 2.** Indicadores de calidad de la gestión del riego por surcos en el CAR.

Indicador	Unidad de medida
Volumen de agua medido en la fuente	Metros cúbicos por hectárea (m <sup>3</sup> /ha)
Eficiencia de riego (incluye aplicación y conducción)	Porcentaje (%) (volumen requerido/volumen utilizado medido en la fuente) * 100
Volumen aplicado en la suerte	Metros cúbicos por hectárea (m <sup>3</sup> /ha)
Eficiencia de aplicación (en la suerte)	Porcentaje (%) (volumen requerido/volumen aplicado) * 100
Área regada en la jornada	Hectáreas (ha)
Sincronización del agua	Hora: minutos
Jornales netos por hectárea	Jornal neto por hectárea (J/ha)
Jornales a imputar por hectárea	Jornal imputado por hectárea (J/ha)
Eficiencia administrativa	Porcentaje (%) (jornal neto por hectárea/ jornal imputado por hectárea) * 100
Velocidad de avance del agua en el surco	Metros por minuto (m/minuto)
Caudal por surco, promedio	Litros por segundo (l/s)
Tiempo de avance del agua en el surco, promedio	Minutos (min)
Profundidad de humedecimiento	Centímetros (cm)

Para cumplir con las actividades de capacitación propuestas en esta guía se requieren 16 horas, es decir, dos días.

El primer día estará dedicado a introducir el tema y a celebrar las jornadas de campo (prácticas 1 y 2).

El segundo día se realizarán las prácticas 3 y 4 en un salón con computadores y acceso a internet, la autoevaluación final de conocimientos y la evaluación de la capacitación.

Las actividades han sido diseñadas para desarrollar las competencias de los participantes en el manejo de tres aspectos clave de la gestión de calidad del riego: el agua, el tiempo y el área.

# Práctica 1

## Medición del caudal de agua por surco y por frente de riego



RECURSO DIGITAL

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

### Objetivo

Al finalizar esta práctica los participantes habrán adquirido la destreza necesaria para medir el caudal de agua por surco y el caudal por frente de riego directamente en los campos regados por surcos.

## Orientaciones para el facilitador

A continuación se presentan las orientaciones específicas para desarrollar la práctica de medición del agua durante la aplicación de riego por surcos. Los participantes, organizados en equipos de cuatro o cinco personas, llevarán a cabo dos actividades: la primera para medir el caudal de agua por surco y la segunda para medir el caudal por frente de riego.

Los datos obtenidos en esta práctica 1 se complementan con la medición de algunos parámetros tiempo y área durante la operación del riego, como se indica en la práctica 2 de esta guía metodológica. Es por ello que se sugiere seleccionar un campo adecuado para ambas prácticas, dividirlo en dos partes y programar en cada una de ellas las actividades propuestas. Cabe anotar que el facilitador puede hacer algunas modificaciones a estas prácticas para adaptarlas a la logística y a las condiciones del sitio donde lleve a cabo las actividades.

- ☉ Escoja para las prácticas un lote o tablón típico del cultivo de caña de aproximadamente tres hectáreas, surcado, con caña menor de tres meses de edad y que cuente con la infraestructura completa para aplicar el riego por surcos, en particular: canales abiertos de conducción de agua, acequias de riego y drenaje, tuberías o politubulares con compuertas y, por supuesto, suficiente cantidad de agua (se sugiere un caudal de 60 l/s en la fuente, como mínimo). Divida el campo en dos partes iguales, una para realizar la práctica 1 y la otra para la práctica 2.
- ☉ Disponga de transporte para llegar con los participantes al sitio de la práctica.
- ☉ El día de la práctica, en el salón de reuniones, divida a los participantes (que no deben ser más de veinte) en equipos de cuatro o cinco personas y asigne un número a cada equipo.
- ☉ Entregue a cada participante una copia a color con las instrucciones de la práctica y la hoja para el registro de las mediciones del agua en el campo.
- ☉ Revise las instrucciones con los participantes y asegúrese de que todos las entiendan; haga especial énfasis en que hay que prevenir los riesgos de accidentes como machucones, cortadas, material del suelo en los ojos, etcétera.
- ☉ Diríjase con el grupo al campo de práctica. Ubique a cada equipo en su sitio de trabajo y asegúrese de que todos cuentan con los materiales y herramientas para realizar la práctica con seguridad.
- ☉ Informe a los participantes que disponen de dos horas para realizar la práctica. Comuníqueles que usted hará las observaciones del caso durante el desarrollo de las actividades y resolverá de inmediato las inquietudes que surjan en la jornada.
- ☉ Pídales que conserven las instrucciones porque las van a requerir en la práctica 2.

## Recursos necesarios

- Lote o tablón típico del cultivo de caña de aproximadamente 1.5 hectáreas, donde se identifica con un número el sitio de trabajo de cada grupo. El lote debe estar surcado, con caña menor de tres meses de edad y provisto con la infraestructura completa para realizar la operación de riego por surcos.
- Dos regadores con suficiente experiencia en el manejo del riego, con sus herramientas de trabajo y sus materiales de protección.
- Cada participante debe llevar sus propios materiales de protección como gorra, guantes y botas.
- Una copia a color por participante, con las instrucciones de la práctica 1 y su respectiva hoja de registro de datos.
- Para cada equipo de trabajo:
  - Una pala de campo
  - Dos canaletas tipo RBC de aforo en surco
  - Un nivel de construcción
  - Un balde plástico con graduación en litros
  - Una bolsa plástica hecha de costal de urea
  - Dos relojes con segundero (o dos cronómetros)
  - Doce estacas hechas de 'latas' de guadua de 60 cm de altura
  - Una cinta métrica de 20 metros de largo
  - Un martillo, una porra pequeña o un mazo de madera
  - Un corcho u otro elemento que sirva como flotador



## Práctica 1

Instrucciones para los participantes

2 horas



### Medición del caudal por surco y por frente de riego

Al llegar al campo de práctica cada equipo de participantes (cuatro o cinco personas por equipo) se ubica en el sitio asignado por el facilitador, donde procederán a medir el caudal por surco utilizando la canaleta RBC y el método volumétrico. Tienen 60 minutos para esta actividad. Cumplido el tiempo, el facilitador les indicará el sitio de la segunda actividad, en la cual medirán el caudal por frente de riego en un canal abierto.

Es importante que todos los participantes tengan la oportunidad de realizar los procedimientos indicados, de modo que puedan adquirir la destreza necesaria para la medición del agua en el campo.

#### Actividad 1. Medición del caudal por surco

Existen distintos métodos para la medición del caudal por surco. En esta práctica aprenderemos a realizar el aforo con la canaleta RBC de surco y el aforo volumétrico con balde y bolsa plástica.

#### Aforo con canaleta RBC

Con la ayuda de un regador experimentado se procede a instalar la canaleta RBC para la medición del agua en los surcos. Se requieren entre tres y cinco datos por frente de riego para calcular el caudal promedio por surco.



1

Para instalar la canaleta RBC cuente cinco pasos largos desde la cabecera del lote, sobre la calle o entresurco.



2

Observe el estado de la calle y si ésta no presenta altibajos coloque la canaleta en el suelo para demarcar las líneas que corresponden a las dos pestañas de los extremos de la canaleta; las líneas sirven de referencia para excavar con la pala un par de zanjas pequeñas donde se entierra la canaleta hasta que el fondo de ésta quede a ras del suelo, es decir, ni por encima ni por debajo del suelo. Si la calle presenta altibajos, busque un sitio un poco más alto para empotrar la canaleta.



3

Utilice un nivel de construcción para verificar que la canaleta quede nivelada tanto en el sentido del surco como en el sentido transversal al surco.



4

Coloque un poco de suelo a lado y lado de la canaleta para forzar el paso del agua por ella y evitar que el agua corra por los lados.



5



Solicite al regador que abra las compuertas de la tubería instalada en la cabecera del campo para proceder a la medición.



6



Asegúrese de que toda el agua corre por la canaleta, no permita que se escape por los lados. Realice la medición del caudal leyendo en la canaleta la regleta graduada en litros por segundo (l/s).

Una vez cumplido el procedimiento para medir el agua que entra en un surco repita la medición en otros dos surcos como mínimo.



7



Apunte los valores de las lecturas en la hoja de registro que encuentra al final de estas instrucciones y con base en ellos calcule el caudal promedio por surco (l/s).



## Aforo volumétrico

Si en lugar de acequia de riego el lote cuenta con tubería o politubular con compuertas para la aplicación del agua a los surcos, el aforo también se puede hacer por el método volumétrico, el cual consiste en medir directamente el volumen de agua en un recipiente con graduación en litros y el tiempo, en segundos. Se requieren al menos cuatro segundos para obtener una medición con un margen de error del 5%.

**El caudal medido en el surco (q) resulta de dividir el volumen de agua (V, en litros) que se recoge en un recipiente entre el tiempo (T, en segundos) que transcurre al coleccionar dicho volumen. Así, el caudal (l/s) es:**

$$q = V / T$$

### Medición con balde

Si el caudal por compuerta es menor o igual que 3 l/s



# 1

Se requieren dos personas para hacer la medición. Una de ellas coloca el balde debajo del chorro que sale por la compuerta –teniendo el cuidado de que la boca del recipiente quede horizontal–, mientras la otra persona registra el tiempo que tarda en llenar el balde.



# 2

Realice la medición tres veces en una compuerta y repita el procedimiento en otras dos compuertas.

# 3

○○○○○

Apunte en la hoja de registro los tiempos medidos en cada compuerta (tres datos como mínimo), calcule el tiempo promedio en cada uno de los tres surcos evaluados y con estos valores calcule el tiempo promedio general. Finalmente divida el volumen del balde (litros) entre el tiempo promedio general (segundos) para obtener el caudal por compuerta o surco (l/s).

### Medición con bolsa plástica y balde

Si el caudal por compuerta es mayor que 3 l/s



Si el caudal que sale por la compuerta es alto (más de 3 l/s), para el aforo se puede utilizar una bolsa plástica, por ejemplo un empaque de urea, y un balde con graduación en litros.

El procedimiento consiste en medir el volumen de agua recogido en la bolsa y el tiempo requerido para el llenado. Otra opción es medir el volumen recogido en un tiempo determinado, por ejemplo en 10 segundos.



1

Ubique la bolsa plástica frente al chorro de agua durante 10 segundos.



2

Utilice el balde para medir el volumen de agua que recogió antes en la bolsa.

Haga tres mediciones en la misma compuerta y repita el procedimiento en otras dos compuertas.

3

Apunte en la hoja de registro los volúmenes medidos en cada compuerta, calcule el volumen promedio en cada surco y el volumen promedio general. Finalmente divida este volumen entre 10 segundos (o entre el tiempo promedio general) para obtener el caudal por compuerta o surco (l/s).

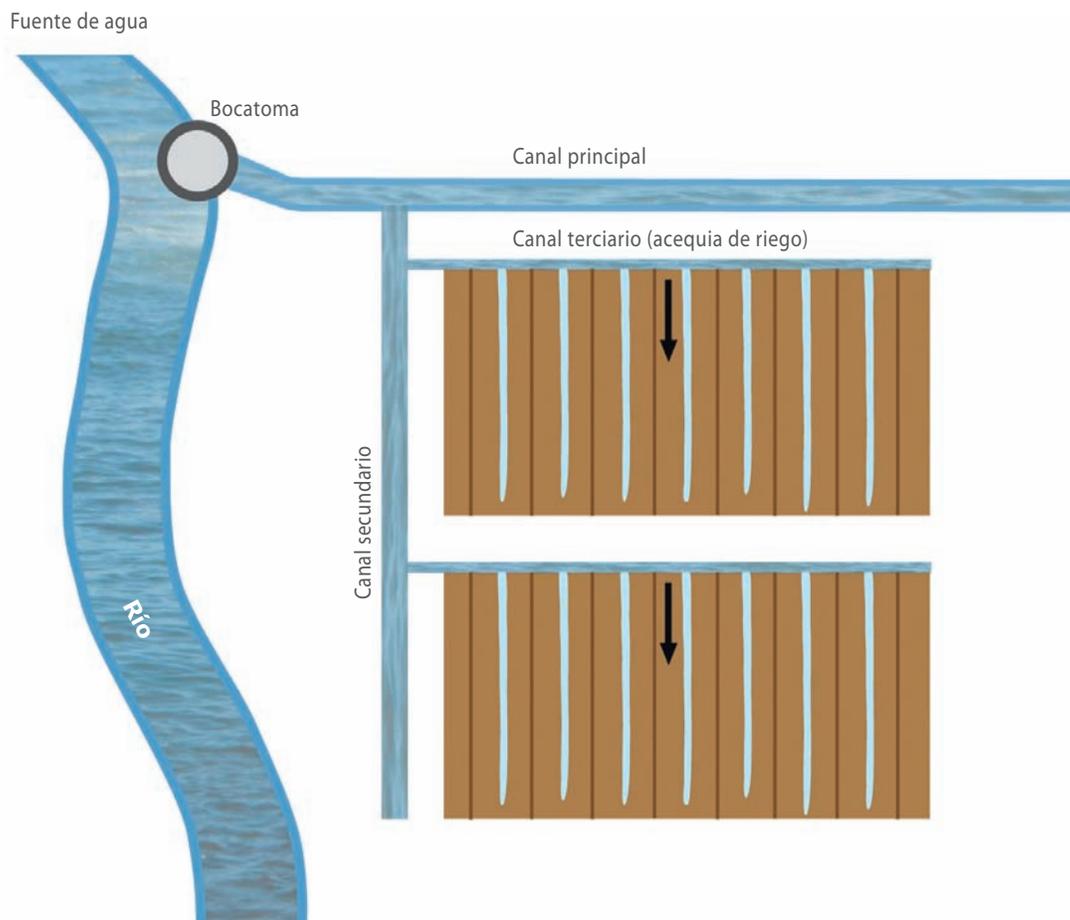
## Actividad 2. Medición del caudal por frente de riego

El caudal por frente de riego o caudal por regador se puede calcular multiplicando el valor promedio del caudal por surco por el número de compuertas que permanecen abiertas de manera simultánea.

También se puede medir directamente en un canal secundario o en un canal principal, siempre y cuando toda el agua que se tome en la fuente se asigne a un solo frente de riego.

En esta práctica los participantes medirán el caudal en un canal abierto, de acuerdo con el procedimiento que se describe a continuación y siguiendo las indicaciones del facilitador.

Para identificar el canal principal y el canal secundario, utilice el siguiente esquema que corresponde a un sistema de riego:



## Medición directa en un canal abierto

Para hacer el aforo de agua en un canal abierto necesita: un cronómetro o un reloj con segundero, dos estacas hechas de 'latas' de guadua de una longitud superior a la boca del canal, una cinta métrica (>10 m) y un corcho u otro elemento que sirva como flotador.



# 1

Seleccione un tramo recto del canal de 10 metros de largo como mínimo.

Mida una distancia de 10 m en dicho tramo y coloque travesaños en los extremos para delimitar la distancia.



# 2

Ponga el flotador en el agua (un corcho, por ejemplo) y mida el tiempo en segundos que éste demora en recorrer los 10 metros.

Haga tres mediciones, calcule el tiempo promedio y apunte el valor en la hoja de registro.



# 3

oooooooo

Calcule la velocidad superficial ( $v_s$ ) del agua en metros por segundo. Para ello, divida la distancia entre el tiempo promedio

$$v_s = \frac{10 \text{ (m)}}{\text{tiempo promedio (s)}}$$

# 4

oooooooo

Calcule la velocidad media ( $v$ ) del agua en el canal, multiplicando la velocidad superficial ( $v_s$ ) por el coeficiente 0.85

$$v = v_s * 0.85$$

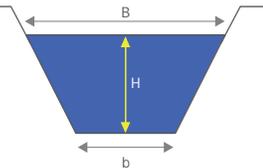


5

Identifique la forma geométrica del canal y mida lo pertinente para calcular el área de la sección hidráulica (A) del canal en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), de acuerdo con las fórmulas siguientes:

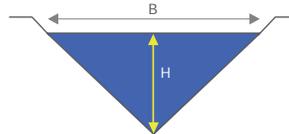
**Canal trapezoidal**

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \frac{(B + b)}{2} * H$$



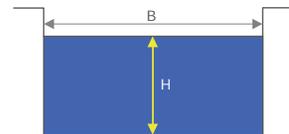
**Canal triangular**

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \frac{(B * H)}{2}$$



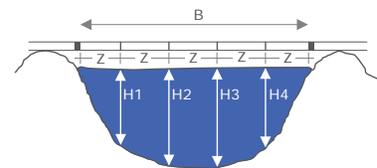
**Canal rectangular**

$$\text{Área (m}^2\text{)} = B * H$$



**Canal irregular**

$$\text{Área (m}^2\text{)} = (H1 + H2 + H3 + H4) * Z$$



- Mida el ancho del espejo de agua (B) y divida este valor en cinco partes, cada una denominada "Z".
- Marque las cinco partes en el travesaño colocado en el canal.
- En cada marca, con excepción de los extremos, mida la profundidad del agua o tirante (H).

6

Calcule el caudal por frente de riego o caudal por regador (Q) y apunte los datos en la hoja de registro.

$$Q = A * v$$

Dónde:

Q es el caudal en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s)

A es el área de la sección hidráulica o transversal del flujo en metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

v es la velocidad media del agua en metros por segundo (m/s)

## Hoja de registro de datos de medición del caudal



RECURSO DIGITAL

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

### Caudal por surco

#### Aforo con canaleta RBC

Surco	Caudal por surco (l/s)
1	
2	
3	
4	
5	
Promedio	

En el aforo volumétrico el caudal (q) resulta de dividir el volumen de agua (V, en litros) que se recoge en un recipiente o balde, entre el tiempo (T, segundos) que transcurre al coleccionar dicho volumen ( $q = V / T$ )

Se requieren al menos 4 segundos para obtener una medición con un margen de error del 5%.

#### Aforo volumétrico

Con balde (caudal  $\leq 3$  l/s)

Compuerta o surco	Tiempo (segundos)			
	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Promedio
1				
2				
3				
Tiempo promedio general				
Volumen del balde: _____ litros				
Caudal por compuerta: _____ l/s				

Con bolsa plástica y balde (caudal  $> 3$  l/s)

Compuerta o surco	Volumen de agua recogido en 10 segundos (litros)			
	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Promedio
1				
2				
3				
Volumen promedio general				
Volumen del balde: _____ litros				
Caudal por compuerta: _____ l/s				

### Caudal por frente de riego

#### Aforo en un canal abierto

Tiempo promedio* (s)	
Velocidad superficial (m/s)	
Velocidad media (m/s)	
Área de la sección transversal (m <sup>2</sup> )	
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	

\* Tiempo de desplazamiento del flotador en una distancia de 10 m (promedio de tres datos)

**Ejemplo:** en un canal abierto de forma rectangular, con un área transversal de flujo de 0.20 m<sup>2</sup> y un tiempo promedio de desplazamiento del flotador (corcho) de 4.7 segundos en una distancia de 10 metros.

<b>El valor de:</b>	Resulta de:
<b>Velocidad superficial = 2.12 m/s</b>	Dividir: 10 m / 4.7 s
<b>Velocidad media = 1.78 m/s</b>	Multiplicar: 2.12 m/s * 0.85
<b>Caudal = 0.356 m<sup>3</sup>/s</b>	Multiplicar: 1.78 m/s * 0.2 m <sup>2</sup>

## Práctica 2

### Medición de parámetros de tiempo y área durante la operación del riego por surcos



RECURSO DIGITAL

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

## Objetivo

Al finalizar esta práctica los participantes habrán adquirido la destreza requerida para medir los parámetros de tiempo y área durante la operación del riego y para hacer los registros correspondientes, necesarios en el control administrativo del riego por surcos.

## Orientaciones para el facilitador

Como se mencionó al principio de esta capacitación, el primer paso para disminuir el costo del riego y afrontar los períodos de sequía es mejorar la eficiencia en el uso del agua, para lo cual se debe medir el caudal de agua, el tiempo de riego efectivo y el área regada en cada jornada.

A continuación se presentan las orientaciones específicas para la medición de los parámetros de operación del riego por surco que complementan la información del caudal por surco y por frente de riego, todos ellos requeridos en el CAR. Cabe anotar que el facilitador puede hacer algunas modificaciones a esta práctica para adaptarla a la logística y a las condiciones del sitio seleccionado.

Recuerde que el sitio de la práctica (1.5 hectáreas aproximadamente) debe estar ubicado justo al lado del sitio donde se realizó la práctica 1 anterior. Se recalca que debe ser un lote o tablón típico del cultivo de caña, surcado, con caña menor de tres meses de edad y que cuente con la infraestructura completa para realizar la operación de riego por surcos.

- Obtenga el valor de la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) del lote a partir de los registros de campo de la hacienda o tome dicho valor de la tabla de referencia publicada en el sitio web de Cenicana.
- En el área seleccionada, en una zona del campo que no haya recibido agua, escoja cuatro o cinco franjas de 15 surcos cada una y señalice cada franja con un número.
- El día de la práctica, en el salón de reuniones, divida a los participantes (que no deben ser más de veinte) en equipos de cuatro o cinco personas como máximo y asigne a cada equipo un número para que al llegar al campo se ubiquen en la franja de surcos correspondiente.
- Entregue a cada participante una copia a color con los documentos que requieren para la práctica: instrucciones para la medición de parámetros de tiempo y área, formulario de registro de datos de campo, cuadro 1 con la descripción de los parámetros del CAR y apéndice técnico 1 con las orientaciones para determinar la textura del suelo al tacto. Confirme que todos tengan además las instrucciones de la práctica 1 anterior.
- Realice una presentación acerca de los objetivos de la práctica y revise con los participantes el significado de cada parámetro del CAR (cuadro 1), así como las instrucciones para llevar a cabo las mediciones, en especial los pasos sugeridos para determinar manualmente la textura del suelo (apéndice técnico 1). Utilice las ayudas didácticas (video y diapositivas) disponibles en [www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat)
- Coménteles que para efectos de la práctica, usted les suministrará la información necesaria para completar el formulario de registro de datos de campo.
- Comuníqueles que usted hará las observaciones del caso durante el desarrollo de las actividades en el campo, donde resolverá con cada grupo las inquietudes que surjan durante en la jornada.

### Video CAR

Video CAR



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

- Antes de salir al campo asegúrese de que todos los participantes tienen claras las instrucciones y de que cuentan con los materiales didácticos y con los implementos de protección personal necesarios para las actividades de campo. Haga especial énfasis en que hay que prevenir los riesgos de accidentes.
- Disponga de transporte para llegar con los participantes al sitio de la práctica.
- Una vez en el sitio, ubique a cada equipo en su lugar de trabajo y verifique que todos tengan a disposición los materiales y herramientas necesarios para realizar las actividades con seguridad.
- Informe a los participantes que disponen de dos horas para realizar la práctica.

## Recursos necesarios

- Lote o tablón típico del cultivo de caña de aproximadamente 1.5 hectáreas, donde se identifica con un número el sitio de trabajo de cada grupo. El lote (contiguo al lote donde se realizó la práctica 1) debe estar surcado, con caña menor de tres meses de edad y provisto con la infraestructura completa para realizar la operación de riego por surcos.
- Dos regadores con suficiente experiencia en el manejo del riego, con sus herramientas de trabajo y sus materiales de protección.
- Cada participante debe llevar sus propios materiales de protección como gorra, guantes y botas.
- Cada participante debe recibir una copia a color de los siguientes documentos: las instrucciones de la práctica 2 y del formulario de registro de datos de campo; el cuadro 1 con la descripción de los parámetros del CAR; y el apéndice técnico 1 con las indicaciones para determinar la textura del suelo. Además, cada uno debe llevar las instrucciones entregadas en la práctica 1 anterior.
- Para cada equipo de trabajo:
  - Un barreno
  - Una pala de campo
  - Una canaleta tipo RBC de aforo en surco
  - Un nivel de construcción
  - Dos relojes con segundero (o dos cronómetros)
  - Doce estacas hechas de 'latas' de guadua de 60 cm de altura
  - Una cinta métrica de 20 metros de largo
  - Un martillo, una porra pequeña o un mazo de madera

## Práctica 2

Instrucciones para los participantes

2 horas



### Medición de parámetros de tiempo y área durante la operación del riego por surcos

Al llegar al campo de práctica, cada equipo de participantes —conformado por cuatro o cinco personas— se ubica en el sitio asignado por el facilitador.

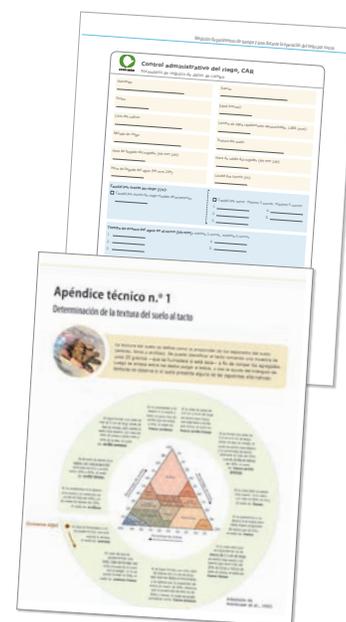
Cada grupo llevará a cabo las siguientes actividades:

- Extraer con un barreno una muestra de suelo a 40 cm de profundidad y determinar la textura del suelo al tacto.
- Observar el estado de humedad del suelo y la condición de las calles o entresurcos para facilitar el flujo del agua.
- Medir el caudal por surco, el tiempo de avance del agua en el surco, la longitud de surco y el espaciamiento entre surcos.
- Calcular el caudal por frente de riego y el número de surcos regados en la jornada.
- Anotar la información de caudal, tiempo y área en el formulario de registro de datos de campo para el control administrativo del riego, CAR.

Vale anotar que debido a la secuencia de actividades propuesta para la práctica, algunos valores requeridos en el CAR serán suministrados por el facilitador.

Además de estas instrucciones, los participantes deben tener impresos los siguientes documentos:

- Formulario de registro de datos de campo: se utiliza para registrar los parámetros de la operación del riego y corresponde al formulario disponible en el programa computarizado del CAR.
- Cuadro 1: muestra la descripción de cada uno de los parámetros de operación del riego tal y como aparece en las opciones del programa computarizado del CAR.
- Apéndice técnico 1: presenta las orientaciones para determinar la textura del suelo al tacto.
- Instrucciones de la práctica 1: para la medición de caudal por surco (aforo con canaleta RBC) y por frente de riego.





# 1



Dos personas del equipo se encargan de instalar la canaleta RBC de surco.

Entretanto, los otros miembros del equipo miden la longitud de surco y el espaciamiento entre surcos.



# 2



Una vez cumplido el paso anterior se reúne el equipo en un sitio representativo del área asignada, donde se procede a determinar la textura del suelo, extrayendo una muestra de suelo con un barreno hasta una profundidad de 40 cm como mínimo. La textura se determina al tacto, siguiendo las indicaciones descritas en el apéndice técnico 1. También debe describir el estado de humedad del suelo a 40 cm, como se indica a continuación.

### 3

oooooo

El estado de humedad del suelo hasta 40 cm de profundidad es un parámetro principal en la programación del riego y en el control administrativo de la labor.

Los participantes deben describir el estado de humedad del suelo mediante la observación de una muestra tomada con el barreno o la pala. La descripción se hace usando como referencia el cuadro 1, en el cual se sugiere que el suelo puede estar seco, muy seco, agrietado, moderadamente húmedo o húmedo.



### 4

oooooooooooo

También deben observar otros factores que pueden afectar el flujo del agua en los surcos.

Deben anotar en el formulario de registro cómo es la pendiente en la dirección del surco (uniforme o variable) y si el agua tiende a irse de costado o no.

Dos preguntas más deben responder con base en la observación del campo:

¿El suelo presenta grietas?

¿La conformación de la calle o entresurco facilita el avance del agua?



### 5

.....oooooooo

Es el momento de abrir las compuertas para iniciar el riego.

El facilitador solicita a los regadores que coloquen el agua por surco alterno, abriendo cinco compuertas.

Cada equipo registra la hora de llegada del agua al surco que le fue asignado. Este dato es necesario para calcular el tiempo de avance del agua en el surco, uno de los parámetros del CAR.



6

Con el fin de practicar lo aprendido, cada equipo mide el caudal en un surco con el aforador RBC.

Para efectos de esta práctica, el caudal medido en el surco se multiplica por 5 (es decir, por el número de compuertas que permanecen abiertas simultáneamente), con el fin de calcular el caudal por regador, o lo que es igual, el caudal por frente de riego. Los valores se apuntan en el formulario de registro.



7

Finalmente se mide el tiempo de avance del agua en tres surcos como mínimo para calcular el tiempo promedio de avance, es decir los minutos que tarda el agua en llegar al final del surco.

### Para tener en cuenta:

- Una jornada de riego se refiere al tiempo que dura un turno de un regador; puede ser de 8 a 12 horas.
- En la definición del número de surcos regados por jornada se trata de contar todos los surcos, independiente de la modalidad de riego. Así, por ejemplo, si el riego se hace por surco alterno y el agua se coloca en 45 surcos, entonces el número de surcos regados por jornada es 90 surcos.
- El caudal medido en la fuente se utiliza para determinar el volumen de agua que se consume en el riego de una suerte, incluidas las pérdidas por conducción y las pérdidas en la aplicación. Para medirlo se usan instrumentos como el flujómetro, que se instalan a la salida de los pozos profundos o de las motobombas, cuando éstas toman el agua de un cauce superficial. Si el agua se toma directamente por gravedad, el caudal en la fuente se mide en el canal principal del sistema de riego empleando el flotador o estructuras como los vertederos.



## Control administrativo del riego, CAR

Formulario de registro de datos de campo

Hacienda: _____	Suerte: _____
Fecha: _____	Edad (meses): _____
Ciclo del cultivo: _____	Lámina de agua rápidamente aprovechable, LARA (mm): _____
Método de riego: _____	Textura del suelo: _____
Hora de llegada del regador (hh:mm 24h): _____	Hora de salida del regador (hh:mm 24h): _____
Hora de llegada del agua (hh:mm 24h): _____	Caudal por fuente (l/s): _____
<b>Caudal por frente de riego (l/s):</b> <input type="checkbox"/> Caudal por frente de riego medido directamente: _____	
<input type="checkbox"/> Caudal por surco: mínimo 3 surcos, máximo 5 surcos 1. _____ 4. _____ 2. _____ 5. _____ 3. _____	
<b>Tiempo de avance del agua en el surco (hh:mm):</b> mínimo 3 surcos, máximo 5 surcos 1. _____ 4. _____ 2. _____ 5. _____ 3. _____	
Tiempo de suministro de agua medido en la fuente (hh:mm): _____	Estado de humedad del suelo hasta 40 cm de profundidad: _____
Tiempo total de suspensión del agua (hh:mm): _____	¿El suelo presenta grietas? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Longitud del surco (m): _____	¿La conformación de la calle o entresurco facilita el avance del agua? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Espaciamiento entre surcos (m): _____	Estado de la pendiente en dirección del surco: _____
Número de surcos regados por jornada: _____	¿Tiende el agua a irse de costado? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Nota: este formulario se encuentra disponible en el programa de computador desarrollado por Cenicafía para el control administrativo del riego. En esta práctica, los participantes deben usarlo para registrar la información en los espacios indicados, de acuerdo con las instrucciones dadas por el facilitador de la capacitación.

## Práctica 3

### Determinación de los indicadores de calidad de la gestión del riego



RECURSO DIGITAL

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

## Objetivo

Al finalizar esta práctica los participantes manejarán los conceptos relacionados con cada uno de los indicadores de calidad de la gestión del riego por surcos y dominarán la forma de calcularlos tanto a mano como utilizando el programa de computador desarrollado por Cenicaña para el control administrativo del riego, CAR.

## Orientaciones para el facilitador

Los indicadores de calidad de la gestión del riego, denominados también variables de control administrativo del riego, deben ser calculados utilizando la información de los parámetros medidos durante la labor de riego, desde el momento en que llega el regador al campo hasta que concluye la jornada de riego.

Para obtener los indicadores del CAR se puede usar el programa de computador desarrollado por Cenicaña, el cual se encuentra en [www.cenicana.org/BH/index.php](http://www.cenicana.org/BH/index.php), se inicia sesión escribiendo el e-mail/nombre y la clave.

En esta práctica el facilitador explicará el modo de calcular los indicadores del CAR, de forma que los participantes sean competentes en la materia usando el software o haciendo manualmente las operaciones matemáticas.

- Prepare los recursos necesarios para la práctica.
- Disponga de un salón dotado con computadores y acceso a internet, donde puedan trabajar cómodamente veinte personas, en lo posible cada una en un computador.
- Una semana antes de la práctica solicite formalmente a Cenicaña una clave temporal de acceso a la herramienta Balance hídrico priorizado (v.4.0) que contiene el programa CAR.
  - Envíe un mensaje a [admin\\_web@cenicana.org](mailto:admin_web@cenicana.org) solicitándole una 'clave temporal para capacitación en el software CAR'. Incluya en el mensaje la fecha de la práctica, el lugar donde se llevará a cabo, el número de participantes y la información adicional que considere pertinente. Para asegurar el logro de los objetivos de la práctica es indispensable que el facilitador maneje eficientemente el software CAR.
  - La clave temporal será utilizada por todos los participantes el día de la práctica para ingresar al programa en [www.cenicana.org/BH/index.php](http://www.cenicana.org/BH/index.php)
- Para comenzar la práctica, entregue a cada participante una copia del cuadro 2 (descripción de los indicadores del CAR) y del apéndice técnico 2 (concepto de los indicadores de calidad de la gestión del riego).
- Revise el contenido de los documentos con el grupo, explicando paso a paso y con ejemplos cómo se determina cada indicador. Utilice las ayudas didácticas (diapositivas) disponibles en [www.cenicana.org/pat](http://www.cenicana.org/pat) y, si lo estima conveniente, agregue nueva información para facilitar el aprendizaje acerca de la materia.

- ☉ Informe a los participantes que pueden formular preguntas a medida que avanza la charla. Resuelva todas las inquietudes sobre los conceptos de los indicadores antes de continuar con la siguiente actividad, por medio de la cual se busca que los participantes conozcan y se familiaricen con el software del CAR.
- ☉ A continuación haga una breve introducción acerca del programa Balance hídrico priorizado (v.4.0), ingrese al sistema con la clave temporal y muestre a los participantes cómo se llega al formulario electrónico donde se ingresan los parámetros de la operación del riego que fueron medidos en el campo para el control administrativo del riego.
- ☉ Indíqueles cómo encontrar el formulario de registro de datos de campo (archivo PDF) y los pasos que deben seguir para imprimirlo.
- ☉ Acto seguido entregue a cada participante una copia del formulario de registro con datos, a manera de ejemplo.
- ☉ Entrégueles también las instrucciones de la práctica y pídale que ingresen al sistema con la clave temporal.
- ☉ Desarrolle la práctica siguiendo los pasos descritos en las instrucciones para los participantes.
- ☉ Informe a los participantes que para usar en adelante el software CAR deben tener una clave personal de acceso al sitio web de Cenicaña, la cual pueden solicitar como se indica en [www.cenicana.org/hoja\\_registro\\_pag.php](http://www.cenicana.org/hoja_registro_pag.php)

## Recursos necesarios

- Un salón para 25 personas, donde haya acceso a internet
- Un computador para el facilitador y un proyector (video beam)
- Computadores para que los participantes desarrollen la práctica
- Una clave temporal de acceso a [www.cenicana.org/BH/index.php](http://www.cenicana.org/BH/index.php) para capacitación en el CAR
- Una presentación acerca del CAR
- Una copia por participante del cuadro 2 y del apéndice técnico 2 contenidos en esta guía metodológica.
- Una copia por participante del formulario de registro de datos de campo con datos (a manera de ejemplo) acerca de los parámetros del riego. El ejemplo será preparado por el facilitador de la capacitación de acuerdo con la finca registrada mediante la clave temporal.

## Práctica 3

Instrucciones para los participantes

3 horas



## Determinación de los indicadores de calidad de la gestión del riego

La práctica se lleva a cabo en un salón con computadores y acceso a internet. Para comenzar, reciba del facilitador el cuadro 2 y el apéndice técnico 2, documentos de referencia que le servirán para seguir paso a paso la explicación acerca de los conceptos de los indicadores o variables de control del riego por surcos. Una vez concluye la presentación, el facilitador entrega un ejemplo con datos de los parámetros de riego y ofrece las orientaciones para ingresarlos en el programa computarizado de CAR y consultar los indicadores o variables de control.

[www.cenicana.org/BH/index.php](http://www.cenicana.org/BH/index.php)

**1** Escriba la ruta [www.cenicana.org/BH/index.php](http://www.cenicana.org/BH/index.php) e ingrese al programa Balance hídrico priorizado (v.4.0) con la clave temporal que le indique el facilitador.

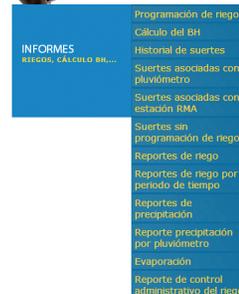
**2** Vaya al menú **REGISTRAR DATOS** y seleccione **CONTROL ADMINISTRATIVO DEL RIEGO** para ingresar los datos del ejemplo.

Tenga en cuenta que para ingresar los datos es necesario CREAR antes la hacienda y la suerte, el pluviómetro y la fuente de agua.

**3** Atienda las instrucciones del facilitador y proceda a consultar los indicadores del riego seleccionando en el menú **INFORMES** la opción **REPORTE DE CONTROL ADMINISTRATIVO DEL RIEGO**.

**4** Escoja la fecha del riego objeto de control y abra el archivo de Excel® para consultar los valores de los indicadores o variables de control del riego en la suerte de interés.

**5** Participe en el análisis de los valores de cada indicador de acuerdo con la dinámica dirigida por el facilitador.



VALORES DE LOS INDICADORES DEL RIEGO			
Hacienda: Cenicaña - Suerte: 1			
Edad: 6 mes(es) - LARA: 65,0 mm		Fecha de consulta	
Indicador	Valor	Unidad	Valor de referencia
Volumen de agua medido en la fuente	964	m <sup>3</sup> /ha	1000 - 1400 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia de riego <sup>1</sup>	67	%	≥ 50%
Volumen aplicado en la suerte	823	m <sup>3</sup> /ha	800 - 1200 m <sup>3</sup> /ha
Eficiencia de aplicación <sup>2</sup>	79	%	≥ 60%
Área regada en la jornada	3.36	ha	> 2 ha
Sincronización	01:00	Hora:minuto	≤ 00:30
Jornales netos por hectárea	0.30	l/ha	≤ 0.45 l/ha
Jornales a imputar por hectárea	0.37	l/ha	≤ 0.5 l/ha
Eficiencia administrativa <sup>3</sup>	80	%	≥ 90%
Velocidad de avance del agua en el surco	1.00	m/min	1 - 3 m/min
Caudal promedio por surco	4.00	l/s	No aplica
Tiempo de avance promedio	120.00	min	No aplica

1. Eficiencia de riego = (volumen requerido / volumen utilizado medido en la fuente) \* 100  
2. Eficiencia de aplicación = (volumen requerido / volumen aplicado) \* 100  
3. Eficiencia administrativa = (jornal neto por hectárea / jornal imputado por hectárea) \* 100

Para solicitar su clave personal ingrese a [www.cenicana.org/hoja\\_registro\\_pag.php](http://www.cenicana.org/hoja_registro_pag.php)

## Práctica 4

### Interpretación y mejoramiento de los indicadores de calidad en la gestión de riego



RECURSO DIGITAL

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

## Objetivo

En esta práctica aprenderemos a tomar las medidas necesarias para mejorar la gestión del riego, tanto a corto plazo como a mediano plazo, con base en la interpretación de los indicadores de control administrativo del riego obtenidos durante la ejecución de dicha labor en el campo.

## Orientaciones para el facilitador

Las actividades a continuación tienen la finalidad de afianzar en los participantes los conceptos acerca de los indicadores del riego mediante ejemplos con datos reales de parámetros tomados en el campo, de manera que se facilite la gestión de conocimiento sobre las medidas de ajuste que por implementar para mejorar los valores de los indicadores tanto en la marcha del riego como en el corto-mediano plazo.

Cabe anotar que los patrones o valores de referencia de cada indicador se deben ir construyendo en cada unidad productiva de modo progresivo, año tras año, lo cual significa que periódicamente se fijan unas metas ambiciosas y alcanzables para cada indicador y se evaluán los resultados.

Para lograr este cometido se debe contar desde el principio con un sistema de registro —solución que ofrece el programa del CAR disponible en el sitio web de Cenicaña para uso de los cultivadores donantes del centro de investigación—, así como es necesario establecer un procedimiento sistemático de análisis estadístico y adopción de las recomendaciones surgidas del control administrativo del riego.

- A partir de los valores de los indicadores del riego obtenidos en la práctica 3 anterior, el facilitador presentará los valores de referencia sugeridos en cada caso con el fin de que los participantes colaboren en la calificación de los resultados como 'aceptables' o 'no aceptables'.
- Luego, en grupos de cuatro o cinco personas, los participantes recibirán del facilitador varios ejemplos de valores de los indicadores del CAR obtenidos en distintas condiciones de campo, los cuales deben interpretar para sugerir medidas de mejoramiento tanto en la operación como en los demás aspectos relacionados con la calidad de la labor de riego.
- El facilitador debe preparar con la debida anticipación los ejemplos y entregarlos a los participantes junto con el apéndice técnico 3, el cual contiene los valores de referencia de los indicadores de calidad en la gestión del riego. Estos valores han sido definidos por Cenicaña con base en las evaluaciones de riego realizadas durante de varios años de investigación. En esta práctica hará un repaso del significado de cada indicador y revisará el apéndice técnico 3 con los participantes.

## Recursos necesarios

- Un salón organizado con mesas de trabajo para cuatro grupos de cinco personas.
- Un computador y un proyector (video beam).
- Copias para cada participante: apéndice técnico 3 (valores de referencia de los indicadores de calidad en la gestión del riego) y hoja con ejemplos de resultados de control administrativo del riego.

## Práctica 4

### Instrucciones para los participantes

2 horas



## Interpretación y mejoramiento de indicadores de calidad en la gestión del riego

En esta práctica aprenderemos a tomar las medidas necesarias para mejorar la gestión del riego, tanto a corto plazo como a mediano plazo, con base en la interpretación de los indicadores de control administrativo del riego obtenidos durante la ejecución de dicha labor en el campo.

- Cada participante recibe del facilitador el apéndice técnico 3, documento que contiene los valores de referencia acerca de los indicadores de la gestión del riego por surcos sugeridos por Cenicaña con base en los resultados de varios años de investigación.
- Revisarán los valores de referencia junto con el facilitador en un diálogo participativo.
- Posteriormente, siguiendo las indicaciones del facilitador, conformarán grupos de trabajo para revisar algunos ejemplos de resultados de control del riego, interpretarlos y compararlos con los valores de referencia.
- Cada grupo formulará las conclusiones de los casos analizados y presentará en reunión plenaria las recomendaciones propuestas para mejorar los indicadores.

### Fin de la capacitación

Las actividades pedagógicas propuestas en la capacitación acerca del control administrativo del riego, CAR, 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 y en donde implementarán el CAR. Con este propósito se incluye en el apéndice didáctico 2 la autoevaluación final de conocimientos.

Así mismo, los facilitadores del aprendizaje necesitan reflexionar acerca de sus habilidades y destrezas como gestores del conocimiento técnico y sobre la utilidad de los materiales didácticos utilizados 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 sobre la capacitación.

# Apéndice

## Apéndice didáctico

- 43 1. Recursos digitales asociados con la colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar
- 44 2. Autoevaluación final de conocimientos
- 50 3. Evaluación de la capacitación

## Apéndice técnico

- 56 1. Determinación de la textura del suelo al tacto
- 57 2. Concepto de los indicadores de calidad de la gestión del riego
- 64 3. Valores de referencia para indicadores de la gestión del riego



# Apéndice didáctico n.º 1

## Recursos didácticos: 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.

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

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

Para solicitar la contraseña personal de acceso al sitio web ingrese a [www.cenicana.org/hoja\\_registro\\_pag.php](http://www.cenicana.org/hoja_registro_pag.php)

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



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

# 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 final de conocimientos y coménteles acerca de su propósito, destacando que no tiene carácter calificativo.
- Infórmeles que el tiempo para responderlo son 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 control administrativo del riego, 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: \_\_\_\_\_

# Control Administrativo del Riego, CAR

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 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. Seleccione el procedimiento correcto para instalar la canaleta RBC en surco, a partir de las siguientes alternativas:**

- a.  1) Cuente cinco pasos desde la cabecera del lote sobre la calle o entresurco. 2) Marque y excave con la pala un par de zanjitas donde se entierra la canaleta hasta que el fondo quede a ras con el suelo. 3) Observe el estado de la calle y, si no presenta altibajos, coloque la canaleta. 4) Con un nivel de construcción verifique que la canaleta quede nivelada en ambos sentidos. 5) Coloque un poco de suelo a lado y lado de la canaleta para forzar el paso del agua por ella.
- b.  1) Observe el estado de la calle y, si no presenta altibajos, coloque la canaleta. 2) Marque y excave con la pala un par de zanjitas donde se entierra la canaleta hasta que el fondo quede a ras con el suelo. 3) Cuente cinco pasos desde la cabecera del lote sobre la calle o entresurco. 4) Con un nivel de construcción verifique que la canaleta quede nivelada en ambos sentidos. 5) Coloque un poco de suelo a lado y lado de la canaleta para forzar el paso del agua por ella.
- c.  1) Cuente cinco pasos desde la cabecera del lote sobre la calle o entresurco. 2) Observe el estado de la calle y, si no presenta altibajos, coloque la canaleta. 3) Marque y excave con la pala un par de zanjitas donde se entierra la canaleta hasta que el fondo quede a ras con el suelo. 4) Con un nivel de construcción verifique que la canaleta quede nivelada en ambos sentidos. 5) Coloque un poco de suelo a lado y lado de la canaleta para forzar el paso del agua por ella.
- d.  1) Cuente cinco pasos desde la cabecera del lote sobre la calle o entresurco. 2) Observe el estado de la calle y, si no presenta altibajos, coloque la canaleta. 3) Con un nivel de construcción verifique que la canaleta quede nivelada en ambos sentidos. 4) Marque y excave con la pala un par de zanjitas donde se entierra la canaleta hasta que el fondo quede a ras con el suelo. 5) Coloque un poco de suelo a lado y lado de la canaleta para forzar el paso del agua por ella.

## Control Administrativo del Riego, CAR

Autoevaluación final  
de conocimientos

Página: 2 de 2

**2. De acuerdo con los datos de ejecución de un riego por surco continuo en la suerte X, ¿cuál es el volumen de agua utilizado en el riego de la suerte, medido desde la fuente?**

- Caudal suministrado por el pozo profundo a la suerte: 85 l/s
- Tiempo total de suministro de agua durante el turno de riego: 11 horas
- Número de surcos regados en la jornada de riego: 100
- Espaciamiento entre surcos: 1.75 m
- Longitud de surco: 130 m
- Volumen de agua utilizado en el riego de la suerte, medido desde la fuente:

a.  1380 m<sup>3</sup>/ha    b.  1460 m<sup>3</sup>/ha    c.  1510 m<sup>3</sup>/ha    d.  1480 m<sup>3</sup>/ha

**3. De acuerdo con los datos de ejecución de un riego por surco alterno en la suerte Y, ¿cuál es el volumen de agua aplicado en la suerte?**

- Caudal promedio por surco: 5 l/s
- Tiempo promedio de avance del agua en el surco: 180 minutos
- Longitud de surco: 130 m
- Espaciamiento entre surcos: 1.75 m
- Número de surcos regados en la jornada de riego: 100
- Volumen de agua aplicado en la suerte:

a.  2374 m<sup>3</sup>/ha    b.  1385 m<sup>3</sup>/ha    c.  1187 m<sup>3</sup>/ha    d.  1200 m<sup>3</sup>/ha

**4. A partir de la siguiente información acerca de la operación de riego por surcos en la suerte Z ¿cuál es la eficiencia de aplicación del riego?**

- Lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA): 70 mm
- Volumen de agua aplicado: 1450 m<sup>3</sup>/ha
- Eficiencia de aplicación del riego:

a.  58%    b.  45%    c.  55%    d.  48%



### Hoja de respuestas

Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
1		
2		
3		
4		



## Orientaciones para la información de retorno

Una vez cumplido el tiempo previsto para la autoevaluación final de conocimientos, el facilitador verificará que todos los participantes hayan respondido todo el cuestionario y moderará una sesión de retroinformación general acerca del proceso de aprendizaje. Para ello se sugiere la siguiente dinámica:

- Formule la primera pregunta y motive a los participantes para que compartan sus respuestas.
- Modere la discusión con orden y fomente el diálogo con respeto.
- Continúe con el resto de las preguntas y facilite las respuestas correctas para que los participantes puedan compararlas con las propias.
- Oriente a los participantes para que identifiquen los beneficios del control administrativo del riego.

## Respuestas correctas al cuestionario



### Pregunta 1

#### c. El procedimiento para instalar la canaleta RBC en surco es:

- 1) Cuente cinco pasos desde la cabecera del lote sobre la calle o entresurco.
- 2) Observe el estado de la calle y, si no presenta altibajos, coloque la canaleta.
- 3) Marque y excave con la pala un par de zanjitas donde se entierra la canaleta hasta que el fondo quede a ras con el suelo.
- 4) Con un nivel de construcción verifique que la canaleta quede nivelada en ambos sentidos.
- 5) Coloque un poco de suelo a lado y lado de la canaleta para forzar el paso del agua por ella.

### Pregunta 2

#### d. El volumen de agua utilizado en el riego de la suerte, medido desde la fuente, es de 1480 m<sup>3</sup>/ha.

El cálculo se presenta a continuación:

Volumen de agua utilizado, medido en la fuente ( $V_f$ ) =  $Q_f \cdot T_r \cdot 3.6 / (A_r)$

Donde:

$Q_f$  es el caudal suministrado por el pozo profundo a la suerte: 85 l/s

$T_r$  es el tiempo total de suministro de agua durante el turno de riego: 11 horas

$A_r$  es el área regada (hectáreas) en la jornada o turno de riego: número de surcos regados multiplicado por el espaciamiento entre surcos y por la longitud de surco, y dividido entre 10000. Así,  $A_r = 100 \cdot 1.75 \text{ m} \cdot 130 \text{ m} / 10000 = 2.275 \text{ ha}$

3.6 es el factor de conversión de unidades

Por tanto,

$V_f = 85 \text{ l/s} \cdot 11 \text{ horas} \cdot 3.6 / 2.275 = 1480 \text{ m}^3/\text{ha}$



### Pregunta 3

#### c. El volumen de agua aplicado en la suerte es de 1187 m<sup>3</sup>/ha

En este caso, el cálculo se realiza así:

$$\text{Volumen de agua aplicado en la suerte (Vs)} = N_a * V_{ca} / A_r$$

Donde:

$N_a$  es el número de calles o entresurcos que transportan agua: 50 calles

$V_{ca}$  es el volumen de agua promedio que se coloca en una calle que transporta agua

$$V_{ca} = q_s / 1000 * 60 * t_{av}$$

Donde:

$q_s$  es el caudal promedio por surco: 5 l/s

$t_{av}$  es el tiempo promedio de avance de agua en los surcos: 180 min

$A_r$  es el área regada (hectáreas) en la jornada o turno de riego

$$A_r = 100 * 1.75 \text{ m} * 130 \text{ m} / 10000 = 2.275 \text{ ha}$$

Por tanto,

$$V_s = 50 * 54 / 2.275 = 1187 \text{ m}^3/\text{ha}$$

### Pregunta 4

#### d. La eficiencia de aplicación del riego por surcos en la suerte es de 48%

El cálculo de la eficiencia de aplicación ( $E_{ap}$ ) del riego por surcos en la suerte se lleva a cabo así:

$$E_{ap} = \left( \frac{V_{req}}{V} \right) * 100$$

Donde:

$E_{ap}$  es la eficiencia de aplicación (%)

$V_{req}$  es el volumen de agua requerido (m<sup>3</sup>/ha)

$$V_{req} = LARA * 10 = 70 \text{ mm} * 10 = 700 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$V$  es el volumen de agua aplicado en la suerte (m<sup>3</sup>/ha)

$$V = 1450 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Por tanto:

$$E_{ap} = (700 / 1450) * 100 = 48\%$$

# 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 de 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. Dígales 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 del control administrativo del riego, que continuará con la adopción de esta metodología de gestión de calidad del riego 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 próximas 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 al programa de aprendizaje y asistencia técnica, PAT.

## Control Administrativo del Riego, CAR

Día    Mes    Año 

**Evaluación  
de la capacitación**

Página: 1 de 4

### Apreciado participante:

Al finalizar la capacitación acerca del control administrativo del riego, 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

## ● Control Administrativo del Riego, CAR

### 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>Medir el agua utilizada en la labor de riego por surcos y los parámetros de tiempo y área durante la operación, requeridos para el control administrativo del riego, CAR</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar los indicadores de calidad de la gestión del riego por surcos utilizando el programa computarizado de CAR desarrollado por Cenicafía.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tomar medidas de mejoramiento de la gestión del riego tanto inmediatas como a corto plazo</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>					

### 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

● Control Administrativo del Riego, CAR

**Evaluación  
de la capacitación**

Página: 3 de 4

**Desempeño de los facilitadores**

Nombre del facilitador

<b>Cómo considera usted que fue el desempeño del facilitador en los aspectos siguientes:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>NA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización y claridad</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentó y explicó los objetivos de la capacitación</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicó el procedimiento para realizar las actividades (ejercicios, prácticas)</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuvo listos los materiales, herramientas, ayudas y equipos</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respetó el tiempo previsto</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregó el material de capacitación y explicó cómo usarlo</li> </ul>					
<b>Manejo del contenido</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respondió las preguntas de los participantes con propiedad</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionó los temas teóricos con su aplicación práctica</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionó ejemplos para ilustrar los temas expuestos</li> </ul>					
<b>Habilidades de interacción</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estableció comunicación verbal y no verbal, en forma permanente, con los participantes</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantuvo la motivación de los participantes durante la capacitación</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuló preguntas a los participantes</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invitó a los participantes para que formularan preguntas</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionó información de retorno inmediata a los participantes durante exposiciones, ejercicios y prácticas.</li> </ul>					
<b>Dirección de los ejercicios y las prácticas de campo</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aclaró los objetivos de los ejercicios y prácticas</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionó y acondicionó el sitio adecuado para las prácticas</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizó a los participantes de manera que todos pudieran participar</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicó y demostró la manera de realizar las prácticas</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuvo a su disposición los materiales demostrativos y/o los equipos necesarios para realizar las prácticas</li> </ul>					

● Control Administrativo del Riego, CAR

**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**



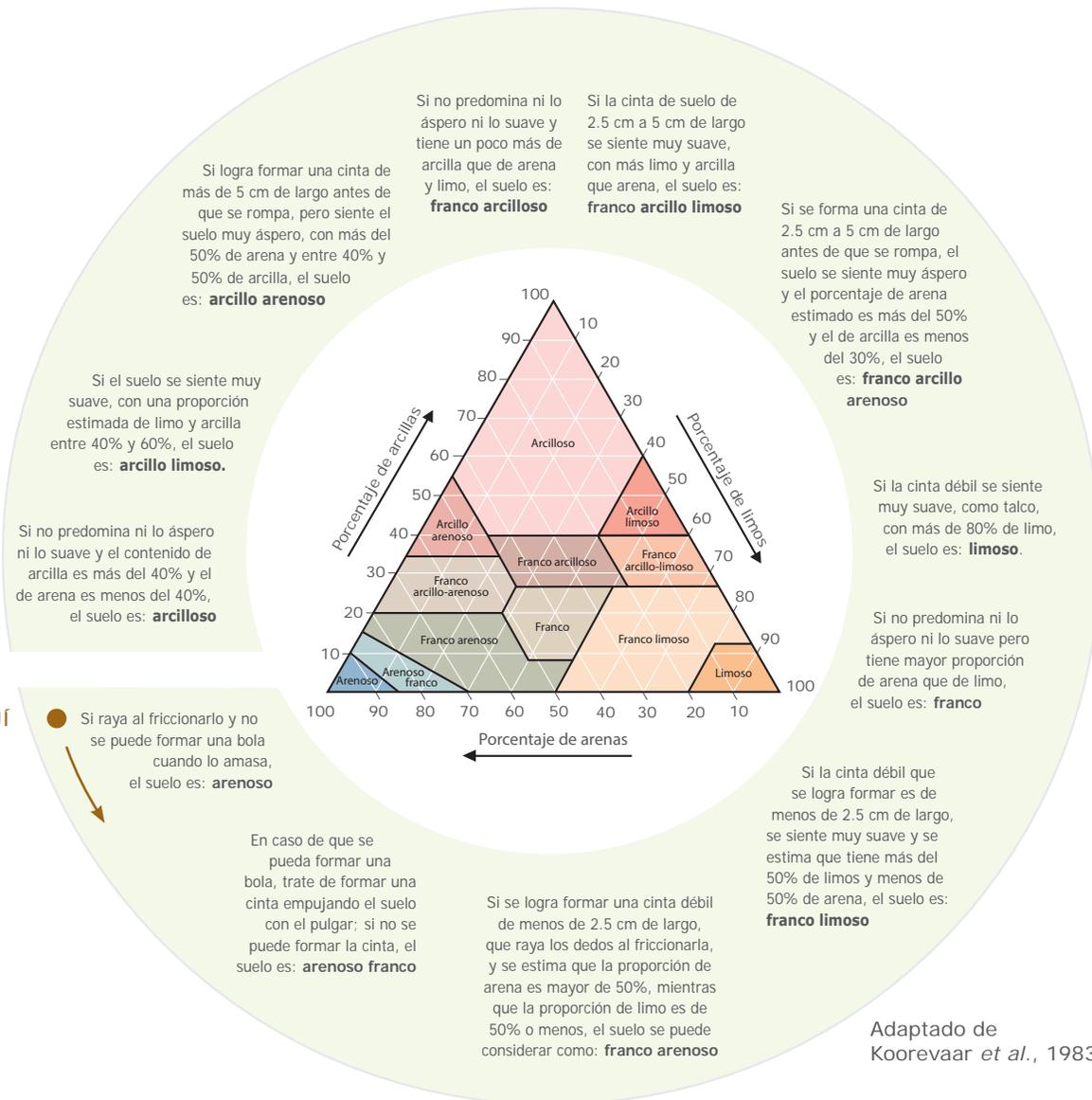
Apéndice técnico

# Apéndice técnico n.º 1

## Determinación de la textura del suelo al tacto



La textura del suelo se define como la proporción de los separados del suelo (arenas, limos y arcillas). Se puede identificar al tacto tomando una muestra de unos 25 gramos —que se humedece si está seca— a fin de romper los agregados. Luego se amasa entre los dedos pulgar e índice, y con la ayuda del triángulo de texturas se observa si el suelo presenta alguna de las siguientes alternativas:



Comience AQUÍ

## Apéndice técnico n.º 2

### Concepto de los indicadores de calidad de la gestión del riego

#### 1. Sincronización del agua

Es la diferencia entre la hora en que llega el regador y la hora en que llega el agua al sitio de riego.

**Ejemplo:**

Hora en que llega el regador al sitio de riego	6:00 a.m.	
Hora en que llega el agua al sitio de riego	6:45 a.m.	
<b>Sincronización del agua</b>	<b>6:45 a.m. – 6:00 a.m.</b>	<b>= 45 minutos (0.75 horas)</b>

#### 2. Jornal a imputar por hectárea (Ji/ha)

Es la relación entre el tiempo del recurso humano asignado por día, expresado en términos de jornales, y la cantidad de labor realizada, expresada en hectáreas. Un jornal equivale a ocho horas de trabajo de una persona.

**Ejemplo:**

Hora en que sale el regador del sitio de riego	6:00 p.m. (18:00)	
<b>Tiempo total del regador en el sitio</b>	<b>18:00 - 6:00</b>	<b>= 12 horas</b>
N.º de surcos regados en la jornada	100	
Espaciamiento entre surcos	1.5 m	
Longitud de surcos	120 m	
<b>Jornales a imputar</b>	<b>12 h/8 h</b>	<b>= 1.5 jornales</b>
Área regada	<b>100 * 1.5 m * 120 m</b>	<b>= 18000 m<sup>2</sup> = 1.8 ha</b>
<b>Jornal a imputar por hectárea</b>	<b>1.5 J/1.8 ha</b>	<b>= 0.83 J/ha</b>

### 3. Jornal neto por hectárea (Jn/ha)

Es la relación entre el tiempo efectivo empleado en el riego, expresado en jornales (Jn) y la cantidad de labor realizada, expresada en hectáreas. Para calcular el tiempo efectivo de riego se restan del tiempo total del recurso humano asignado por día, los tiempos no efectivos de riego (como la sincronización del agua y el tiempo de suspensión del agua).

#### Ejemplo:

Tiempo total del regador en el sitio	= 12 h/día	
Tiempo de sincronización	= 45 min (0.75 h)	
Tiempo de suspensión del agua	= 60 min (1.0 h)	
<b>Tiempo efectivo de riego</b>	$J_n = \frac{12 \text{ h} - (0.75 \text{ h} + 1.0 \text{ h})}{8 \text{ h}}$	<b>= 1.28 J</b>
N.º de surcos por jornada	= 100	
Espaciamento entre surcos	= 1.5 m	
Longitud de surcos	= 120 m	
Área regada	100 * 1.5 m * 120 m	= 1.8 ha
<b>Jornal neto por hectárea</b>	<b>1.28 J/1.8 ha</b>	<b>= 0.71 J/ha</b>

### 4. Eficiencia administrativa (Ead)

Es la relación entre el jornal neto por hectárea (Jn/ha) y el jornal a imputar por hectárea (Ji/ha).

#### Ejemplo:

Jornal a imputar por hectárea	0.83 J/ha	
Jornal neto por hectárea	0.71 J/ha	
<b>Eficiencia administrativa</b>	$(0.71/0.83) * 100$	<b>= 86%</b>

## 5. Volumen de agua utilizado, medido en la fuente (Vf)

### Cuando toda el agua proviene de una sola fuente

Es la cantidad de agua total utilizada en el riego de un lote o suerte, expresada en m<sup>3</sup>/ha. Se determina cuando el agua para un frente de riego proviene de una sola fuente que cuenta con un sistema de aforo (Qf) y, con el registro del tiempo de suministro de agua a dicho frente (Tr) así como el área regada durante este tiempo (Ar). El volumen de agua utilizado se puede calcular así:

$$V_f = \frac{Q_f * T_r * 3.6}{A_r}$$

Donde,

Vf es el volumen de agua utilizado en el riego (m<sup>3</sup>/ha)

Qf es el caudal suministrado medido en la fuente (l/s)

Tr es el tiempo de suministro de agua (h)

Ar es el área regada (ha)

3.6 es el factor de conversión de unidades

### Ejemplo:

Caudal suministrado al frente de riego, medido a la salida de la fuente (por ejemplo: pozo)	72.8 l/s	
<b>Tiempo de riego</b>	<b>10 h : 15 min (10.25 h)</b>	
Área regada	1.8 ha	
<b>Volumen aplicado (m<sup>3</sup>/ha)</b> Cabe anotar que, calculado de esta manera, el volumen aplicado incluye las pérdidas de agua en la conducción y la aplicación al campo de cultivo.	<b><math>V_f = \frac{72.8 \text{ l/s} * 10.25 \text{ h} * 3.6}{1.8 \text{ ha}}</math></b>	<b>= 1492 m<sup>3</sup>/ha</b>

## 6. Volumen de agua aplicado (V)

- **Cuando el agua utilizada proviene de dos fuentes o más, o cuando la conducción se hace por medio de canales abiertos y se cuenta con el caudal por frente de riego (Q)**

El volumen de agua aplicado (V) se puede calcular multiplicando el caudal por frente de riego (Q) por el jornal neto por hectárea (Jn/ha) y por un factor de conversión de unidades, como se puede ver en la fórmula siguiente:

$$V = Q * Jn * 28.8$$

Donde:

V es el volumen de agua aplicado (m<sup>3</sup>/ha)

Q es el caudal por regador (l/s)

Jn es el jornal neto por hectárea (J/ha)

28.8 es el factor de conversión de unidades

### Ejemplo:

Caudal suministrado al frente de riego	70 l/s	
Jornal neto por hectárea	0.712 J/ha	
<b>Volumen aplicado (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>70 l/s * 0.712 J/ha * 28.8</b>	<b>= 1.435 m<sup>3</sup>/ha</b>

La constante 28.8 en la fórmula es para convertir las unidades de l/s \* J/ha a m<sup>3</sup>/ha, así:  
l/s \* J/ha \* (1 m<sup>3</sup>/1000 L \* 3600 s/1 h \* 8 h/1 J) = 28.8 m<sup>3</sup>/ha

- **Cuando el agua utilizada proviene de dos fuentes o más, o cuando la conducción se hace por medio de canales abiertos y además se tiene el caudal promedio por surco (q) y el tiempo de avance promedio del agua (Tav).**

El volumen de agua aplicado (V) se puede calcular multiplicando el caudal promedio por surco (q) por el tiempo de avance promedio del agua en el surco (Tav) y por el número de calles que transportan agua (Na), dividido entre el área total regada en la jornada, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$V = \frac{q * Tav * Na}{L * E * Nsj} * 600$$

Donde:

q es el caudal medido por surco (l/s)

Tav es el tiempo de avance del agua en el surco (min)

Na es el número de calles o entresurcos que transportan agua

Nsj es el número de surcos regados en la jornada

L es la longitud de surco (m)

E es el espaciamiento entres surcos (m)

600 es el factor de conversión de unidades, cuya deducción se presenta a continuación:

$$\frac{\frac{L}{s} * \frac{m^3}{1000 l} * \frac{60 s}{min}}{m^2 * \frac{ha}{10000 m^2}} = 600$$

- ▶ **El área total regada en la jornada se calcula** multiplicando el número de surcos que se riegan en la jornada (Nsj) por la longitud de surco y por el espaciamiento entre surcos.
- ▶ **Para determinar el número de calles o entresurcos que transportan agua (Na)** se debe tener en cuenta la modalidad de riego por surco y el número de surcos regados en la jornada (Nsj), así:
  1. Riego por surco continuo:  $Na = Nsj$
  2. Riego por surco alterno:  $Na = Nsj / 2$
  3. Riego convencional en socas con encalle al 4x1:  $Na = Nsj * 4/5$
  4. Riego convencional en socas con encalle al 2x1:  $Na = Nsj * 2/3$
  5. Riego por surco alterno modificado, en socas con encalle al 4x1:  $Na = Nsj * 3/5$
  6. Riego al 1x2 en socas con encalle al 2x1:  $Na = Nsj * 1/3$

**Ejemplo:**

Variable		Surco continuo en plantilla y soca	Surco alterno en plantilla y soca	Convencional en soca con residuos encallados al 4 x 1	Convencional en soca con residuos encallados al 2 x 1
q	Caudal medido en surco (l/s)	4	5	4	5
Tav	Tiempo de avance (min)	126	160	136	130
L	Longitud de surco (m)	120	120	120	120
E	Espaciamiento entre surcos (m)	1.75	1.75	1.75	1.75
Nsj	N.º de surcos regados en la jornada	86	129	96	90
Na	<b>N.º de calles o entresurcos que transportan agua</b>	$Na = Nsj$	$Na = (Nsj) * 1/2$	$Na = Nsj * 4/5$	$Na = Nsj * 2/3$
		<b>86</b>	<b>65</b>	<b>77</b>	<b>60</b>
V	<b>Volumen aplicado (m³/s)</b> Fórmula de cálculo: $V = \frac{q * Tav * Na}{L * E * Nsj} * 600$	<b>1440</b>	<b>1143</b>	<b>1243</b>	<b>1238</b>

## 7. Eficiencia de aplicación (Eap)

La eficiencia de aplicación es un indicador de las pérdidas de agua ocurridas durante la aplicación del riego, o sea que no incluye las pérdidas por conducción y almacenamiento (si hubiere reservorio).

Si el suministro de agua a todo el campo es mayor o igual que la lámina de agua requerida, la eficiencia de aplicación (Eap) se puede calcular como:

$$E_{ap} = \left( \frac{V_{req}}{V} \right) * 100$$

Donde:

Eap es la eficiencia de aplicación (%)

Vreq es el volumen de agua requerido (m<sup>3</sup>/ha)

V es el volumen de agua aplicado (m<sup>3</sup>/ha), sin incluir las pérdidas por conducción

### Ejemplo:

Lámina de agua requerida (LARA):	75 mm	
<b>Volumen requerido</b>	<b>LARA * 10</b>	<b>= 750 m<sup>3</sup>/ha</b>
Volumen aplicado	1435 m <sup>3</sup> /ha	
<b>Eficiencia de aplicación (%)</b>	<b>(750/1435) * 100</b>	<b>= 52%</b> Este valor indica que se perdió el 48% del agua, o sea 685 m <sup>3</sup> /ha
En caso de que en alguna parte del campo, por ejemplo, en la parte final de los surcos, no se haya completado la lámina requerida, se deberá determinar el patrón de lámina infiltrada a lo largo del surco como paso previo al cálculo de la eficiencia de aplicación.		

## 8. Eficiencia de riego (incluye aplicación y conducción)

Es un indicador de las pérdidas de agua que ocurren desde la fuente hasta la suerte de caña; incluye las pérdidas por almacenamiento, conducción y aplicación del agua.

Cuando el caudal suministrado al campo regado se mide en la fuente, por ejemplo, a la salida del pozo, se puede calcular la eficiencia de riego, así

### Ejemplo:

Lámina de agua requerida (LARA):	75 mm	
Volumen requerido	LARA * 10	= 750 m <sup>3</sup> /ha
Volumen de agua utilizado en el riego (m <sup>3</sup> /ha)	1492 m <sup>3</sup> /ha	
<b>Eficiencia de riego (%)</b>	<b>(750/1492) * 100</b>	<b>= 50%</b> Este valor indica que se perdió el 50% del agua en la conducción y aplicación, o sea 742 m <sup>3</sup> /ha

## 9. Área regada en la jornada (ha/jornada)

El área regada en la jornada se refiere al área que se cubre en un turno de riego. Normalmente un turno va desde las 6:00 o 6:30 am hasta las 4:00 o 4:30 pm, o sea que dura 10 horas.

El área regada en la jornada se calcula multiplicando el número de surcos regados en el turno (por ejemplo 100 surcos) por el espaciamiento entre surcos (ejemplo 1.5 m) y por la longitud de los surcos (ejemplo 120 m). Así:  $100 * 1.5 \text{ m} * 120 \text{ m} = 18000 \text{ m}^2 = 1.8 \text{ ha}$

## 10. Velocidad de avance del agua en el surco (v)

La velocidad de avance del agua en el surco se calcula con la fórmula siguiente:

$$v = \frac{L}{T_{av}}$$

Donde:

v es la velocidad de avance (m/min)

L es la longitud del surco (m)

Tav es el tiempo de avance (min)

**Ejemplo:**

Longitud de surco	120 m	
Tiempo de avance	144 minutos	
<b>Velocidad de avance del agua en el surco</b>	<b><math>v = \frac{120 \text{ m}}{144 \text{ min}}</math></b>	<b>= 0.83 m/min</b>

## 11. Profundidad de humedecimiento (P)

Es la profundidad del suelo hasta donde desciende el agua aplicada. Se puede conocer directamente midiendo la humedad del suelo con equipos como el FDM o el TDR, o mediante la inserción de una varilla de hierro de 3/8" a manera de penetrómetro.

La profundidad de humedecimiento en la cabecera del campo regado por surco se puede calcular también usando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{V}{10 * LARA}$$

Donde:

P es la profundidad de humedecimiento en la cabecera del campo (cm)

V es el volumen aplicado (m<sup>3</sup>/ha)

LARA es la lámina de agua rápidamente aprovechable, expresada en milímetros por centímetro de profundidad del suelo (mm/cm)

**Ejemplo:**

Volumen aplicado	1.435 m <sup>3</sup> /ha	
Lámina de agua rápidamente aprovechable, LARA	= 0.9 mm/cm	
<b>Profundidad de humedecimiento en la cabecera del campo (cm)</b>	<b><math>P = \frac{1435 \text{ (m}^3\text{/ha)}}{10 * 0.9 \text{ (mm/cm)}}</math></b>	<b>= 159 cm</b>

En el caso del riego por surcos, esta profundidad de humedecimiento es una mera aproximación al valor real, que se da solamente en la cabecera del campo.

# Apéndice técnico n.º 3

## Valores de referencia de los indicadores de calidad en la gestión del riego

Indicador	Valor de referencia	Comentario
<b>Sincronización del agua</b>	30 minutos	Valor máximo sugerido para la sincronización entre la llegada del regador al sitio de riego y la llegada del agua
<b>Jornal a imputar por hectárea</b>	$\leq 0.5$ J/ha	Valor máximo sugerido
<b>Jornal neto por hectárea</b>	$\leq 0.45$ J/ha	Valor máximo sugerido
<b>Eficiencia administrativa</b>	$\geq 90\%$	Valor mínimo sugerido
<b>Área regada en la jornada de riego</b>	$\geq 2$ ha	Valor mínimo sugerido para una jornada de riego de 12 horas
<b>Volumen de agua utilizado por hectárea, medido en la fuente</b>	500 - 1000 m <sup>3</sup> /ha	Volumen sugerido en riegos de germinación, establecimiento de la plantación, rebrote de la soca y acompañamiento de la fertilización
	750 - 1200 m <sup>3</sup> /ha	En cañas con edades entre 2 y 4 meses
	1000 - 1400 m <sup>3</sup> /ha	En cañas con edades mayores de 4 meses
<b>Volumen de agua aplicado por hectárea</b>	400 - 800 m <sup>3</sup> /ha	Volumen sugerido para riegos de germinación, establecimiento de la plantación, rebrote de la soca y acompañamiento de la fertilización
	600 - 1000 m <sup>3</sup> /ha	En cañas con edades entre 2 y 4 meses
	1000 - 1200 m <sup>3</sup> /ha	En cañas con edades mayores de 4 meses
<b>Eficiencia de riego</b>	$> 50\%$	Para lograr este valor se requiere una eficiencia de aplicación mayor que 60% y una eficiencia de conducción de 80% como mínimo

Indicador	Valor de referencia	Comentario													
Eficiencia de aplicación	> 60% en riego por gravedad	<p>En caso de que la eficiencia de aplicación sea baja se recomienda ajustar el caudal por surco y adaptar simultáneamente el tiempo de aplicación.</p> <p>Con el fin de evitar las pérdidas por escorrentía se recomienda construir tapones de tierra al final de los surcos y reducir el tiempo de aplicación. Además, se sugiere finalizar la operación de riego en el extremo aguas arriba de la acequia regadora. Finalmente, hay que tratar de reutilizar el agua perdida por escorrentía.</p> <p>Al final de las épocas lluviosas se debe realizar una programación preliminar de los riegos en cada unidad productiva, con el fin de asignar las fuentes de agua y revisar, mantener y reparar la infraestructura de conducción y distribución del agua con suficiente anticipación.</p> <p>Con base en la inspección de campo sobre el avance, caudal, pendiente, diseño de campo, penetración de la humedad, desarrollo del cultivo y condición de los surcos, se pueden tomar medidas tales como la nivelación a precisión y la construcción y mantenimiento de surcos y acequias tanto de riego como de drenaje.</p>													
Velocidad de avance del agua en el surco	> 2 m/minuto	Velocidad sugerida en riegos de germinación y acompañamiento de la fertilización (si no destapa la semilla).													
	1.5 - 2.0 m/minuto	Velocidad sugerida para el primer riego de levante													
	1.5 m/minuto	Velocidad sugerida para los demás riegos													
	<p>Como una guía para el operario de riego, se ha encontrado que el tiempo de avance (minutos) del agua puede controlarse de acuerdo con la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Longitud (metros)</th> <th>Tiempo de avance (minutos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>30 - 35</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>40 - 50</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>80 - 90</td> </tr> </tbody> </table>		Longitud (metros)	Tiempo de avance (minutos)	20	5	40	20	60	30 - 35	80	40 - 50	100	60	120
Longitud (metros)	Tiempo de avance (minutos)														
20	5														
40	20														
60	30 - 35														
80	40 - 50														
100	60														
120	80 - 90														
<p>Para mejorar la velocidad de avance del agua en el riego por surcos se requiere un buen aporque y especialmente una conformación de las calles o entresurcos adecuada. Un aporque deficiente, unido a la irregularidad en la pendiente por una nivelación deficiente o por asentamientos ocurridos en el suelo, no permite el avance adecuado del agua en los surcos. Adicionalmente, para mejorar la velocidad de avance se deben remover obstáculos del entresurco, como terrones grandes, piedras y malezas.</p>															

## Referencias bibliográficas

- Cruz Valderrama, R.; Besosa Tirado, R. y Gómez P., J.F. 1997. Gestión de calidad del riego en caña de azúcar. v.1, p.217-228. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 4. Memorias. 24-26 Septiembre, 1997. Cali. Colombia.
- Koorevaar, P.; Menelik, G. y Dirksen, C. 1983. Elements of Soil Physics. Developments in Soil Science 13. Department of Soil Science and Plant Nutrition. Agricultural University of Wageningen The Netherlands. 228 pp.
- Medina, G. y Cruz, R. 1991. Evaluación de riego por surcos de caña de azúcar en el ingenio Central Castilla. Tesis de Ingeniería Agrícola.
- Procaña (Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar). 2014. Costos de producción. Disponible en [www.procana.org](http://www.procana.org) consultado el 28-3-2014.
- Torres, J., Cruz, R., Villegas, F. 2004. Avances técnicos para la programación y manejo del riego en caña de azúcar. Segunda edición. Cenicaña, Cali, Colombia. 66 p. (Serie técnica N.º 33)

Esta guía metodológica y las ayudas didácticas relacionadas hacen parte de la colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar, y fueron producidas por Cenicaña como insumos del programa de aprendizaje y asistencia técnica, PAT. Quienes reciben los materiales directamente de Cenicaña están autorizados para reproducirlos y adaptarlos en los procesos de capacitación a su cargo, siempre que las modificaciones contribuyan al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos por los autores. Cenicaña mantendrá abiertos sus canales formales de comunicación con los usuarios de la guía para intercambiar las actualizaciones en la materia de aprendizaje y atenderá oportunamente las solicitudes de servicios requeridos para la celebración de las actividades pedagógicas de acuerdo con los términos de compromiso definidos en el PAT.

## **Publicación Cenicaña**

### **Producción editorial**

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

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

Victoria Carrillo C.

### **Diseño gráfico y diagramación**

Alcira Arias Villegas

### **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).

**PAT**

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

El objetivo de esta guía metodológica es facilitar la capacitación en la gestión de calidad del riego por surcos mediante la determinación de los indicadores de operación de la labor, como el volumen de agua utilizado en el riego, la eficiencia de aplicación y el rendimiento de la mano de obra, entre otros.

La guía está diseñada para ser utilizada por los facilitadores de la capacitación y de asesorar a los encargados de la labor de riego y el manejo de aguas en las fincas productoras de caña de azúcar, quienes son responsables del uso eficiente y sostenible del recurso agua en las zonas dedicadas al cultivo. Los participantes en la capacitación, usuarios finales de la tecnología, son: productores de caña, mayordomos, supervisores, cabos y regadores.

Al finalizar la capacitación, con la participación activa en las prácticas, los participantes estarán en capacidad de tomar medidas correctivas sobre la marcha del riego, así como también medidas a implementar en los programas de adecuación, preparación y siembra, construcción de obras hidráulicas, desarrollo de aguas, mejoramiento de la calidad de la mano de obra y adaptación y operación óptima de equipos agrícolas.



Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia  
Calle 58N No. 3BN-110 Cali, Colombia  
[www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)

