



cenicaña

Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar de Colombia

NÚMERO 8

Serie Divulgativa

ISSN 01216457

ENERO 2003

INFORMACIÓN PRÁCTICA PARA EL CULTIVADOR DE CAÑA

Manejo del riego

en campos con residuos de la cosecha

RICARDO CRUZ V. * JORGE S. TORRES. **

El riego es una de las labores más importantes en el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca y la más costosa en el proceso de campo al constituir entre el 30% y el 50% de los costos totales de la producción de caña. La labor se realiza en el 95% del área cultivada, algo más de 187 mil hectáreas, y el método de riego por surcos se usa en el 80% del área irrigada.

En las condiciones de Colombia se obtienen altas producciones de caña y después de la cosecha en verde quedan grandes cantidades de residuos en el campo. Estos residuos deben ser manejados eficientemente para que sea posible adelantar las prácticas de cultivo, entre ellas el riego, en el mayor porcentaje del área sembrada.

La mejor opción de manejo de los residuos consiste en el picado de éstos, sistema que involucra el uso de maquinaria actualmente en proceso de desarrollo y evaluación. A escala comercial, en la producción con caña verde el sistema más utilizado es el encalle al 2x1 (dos calles limpias seguidas



FOTO: JUAN PABLO RAIGOSA

Los cañicultores del valle del río Cauca utilizan el riego por surcos en 150 mil hectáreas.

por una con residuos) en el cual los residuos se acomodan en el sentido de los surcos mediante implementos movidos con máquinas o de forma manual. En casos excepcionales, cuando la cantidad de residuos es muy alta, el encalle se realiza al 2x2 (dos calles limpias y dos con residuos).

En la producción con caña quemada se utilizan los encalles al 4x1 y al 5x1.

* Ingeniero Agrícola, M.Sc.; Ingeniero de Suelos y Aguas, CENICAÑA <jrcruz@cenicana.org>.

** Ingeniero Agrónomo, Ph.D.; Director Programa de Agronomía, CENICAÑA <jtorres@cenicana.org>

A continuación se ilustran las formas de aplicación del riego por surcos en cultivos de caña de azúcar (plantilla y socas) considerando las opciones de acomodo de los residuos en el campo y adaptando los fundamentos del riego por surco alterno para las aplicaciones de agua en épocas secas y en épocas con alta probabilidad de lluvias.

Se proponen formas de aplicación del riego para campos con espaciamentos de 1.50 y 1.75 metros entre surcos, y en cada caso se estiman el ahorro potencial de agua y los beneficios económicos. Finalmente se comentan algunos aspectos referentes a los factores clave que se deben tener en cuenta para mejorar las eficiencias en el uso del agua con el fin de disminuir los costos de la labor.

En cañas plantillas

Los riegos de germinación en cañas plantillas se deben realizar preferiblemente por aspersión, con el fin de aplicar láminas de agua controladas que no superen los 30 mm por riego. En caso de no regar por aspersión, el riego de germinación se debe realizar por surco continuo.

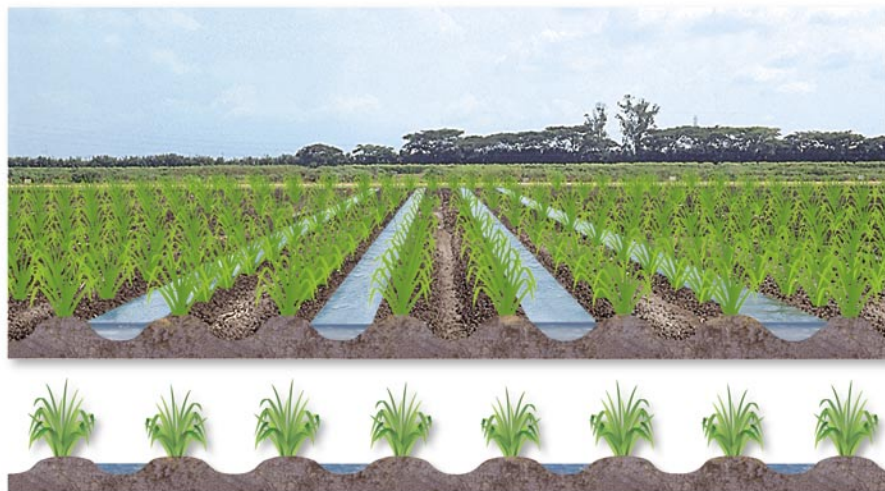
Para la germinación se requieren entre dos y tres riegos con una frecuencia de 10 a

15 días entre una aplicación y otra dependiendo de las características físicas del suelo.

Para los riegos de levantamiento del cultivo, que normalmente se inician 60 días después de la siembra, se recomienda el riego por surco alterno que consiste en colocar el agua surco de por medio como se muestra en la Figura 1. Esta forma de aplicación es viable después de aporcar los campos.

El riego por surco alterno ha sido evaluado ampliamente por CENICAÑA en experimentos cooperativos con los ingenios tanto en condiciones normales de precipitación como en años muy secos con presencia del fenómeno de El Niño. Las experiencias muestran que al regar por surco alterno es posible ahorrar cerca del 50% del agua que se requeriría para el riego por surco continuo, sin afectar negativamente la producción del cultivo (ver Figura 1). Además, el regador aumenta su rendimiento de 1.3 a 2.3 hectáreas por jornal.

En el riego por surco alterno existe la opción del surco alterno—alterno, la cual consiste en colocar el agua en los surcos pares durante el primer riego (surcos 2, 4, 6...) y luego, durante el segundo riego, colocarla en los surcos impares (surcos 1, 3, 5...). En las evaluaciones realizadas por CENICAÑA no se han encontrado ventajas con dicha práctica en comparación con las aplicaciones realizadas siempre en los mismos surcos.



Parámetro	Espaciamiento entre surcos (m)	
	1.50	1.75
Longitud de surco (m)	120	120
Número de surcos/ha	56	48
Número de calles con residuos/ha	-	-
Número de calles con agua/ha	28	24
Area regada (%)	50	50
Ahorro potencial de agua (%) *	50	50

* Con respecto al riego por surco continuo.

Figura 1.

Riego por surco alterno en plantillas y en socas con residuos picados.

En cañas socas

En la agroindustria azucarera local aproximadamente el 80% del área total sembrada corresponde a cultivos con más de un corte, es decir a cañas socas. Por este motivo es importante establecer las formas de aplicación del riego por superficie en campos con residuos de la cosecha.

Las aplicaciones de agua a los surcos están supeditadas a la forma en que se acomoden los residuos en el campo. Las alternativas que se presentan a continuación no afectan negativamente la producción y en su lugar se logran ahorros importantes de agua. Es pertinente anotar que la

presencia de residuos sobre la superficie del campo reduce la evaporación y el secado del suelo en los surcos con residuos, y en consecuencia también disminuye los requerimientos de riego en estos surcos.

Encalle 2x1

En el encalle al 2x1 se dejan dos calles libres de residuos seguidas por una con residuos. En esta modalidad de encalle se sugieren formas de aplicación del riego para las épocas secas y las lluviosas.

Durante las épocas secas se sugiere colocar el agua en los dos surcos libres de residuos (Figura 2), lo cual se convierte en un esquema de “riego al 2x1”. En este caso el

67% de los surcos transportan agua, de manera que el ahorro potencial de agua es de 33% con respecto al surco continuo.

Durante los períodos lluviosos, en el caso de que se presenten períodos sin lluvias y el balance hídrico señale la necesidad de regar, se puede optar por colocar el agua en una de las dos calles sin residuos (Figura 3). Esta forma de aplicación significa un ahorro potencial de agua del 67% en comparación con el surco continuo. No obstante, si durante las dos semanas siguientes al riego no ocurren lluvias significativas, se debe aplicar agua en los surcos que no fueron regados para evitar que el cultivo se someta a estrés hídrico.

Parámetro	Espaciamento entre surcos (m)	
	1.50	1.75
Longitud de surco (m)	120	120
Número de surcos/ha	56	48
Número de calles con residuos/ha	18	16
Número de calles con agua/ha	38	32
Area regada (%)	67	67
Ahorro potencial de agua (%) *	33	33

* Con respecto al riego por surco continuo.



Figura 2.

Forma de aplicación de riego sugerida para épocas secas en cultivos encallados al 2x1.



Parámetro	Espaciamento entre surcos (m)	
	1.50	1.75
Longitud de surco (m)	120	120
Número de surcos/ha	56	48
Número de calles con residuos/ha	18	16
Número de calles con agua/ha	18	16
Area regada (%)	33	33
Ahorro potencial de agua (%) *	67	67

* Con respecto al riego por surco continuo.



Figura 3.

Forma de aplicación de riego sugerida para épocas con alta probabilidad de lluvias (opción económica) en cultivos con residuos encallados al 2x1.



Encalle 2x2

En el encalle al 2x2 (dos calles sin residuos seguidas por dos calles con residuos) se corre el riesgo de no aplicar la lámina de agua requerida por el cultivo pues las aplicaciones se realizan en las calles sin residuos, como se ilustra en la Figura 4. Con esta modalidad de encalle el agua se aplica en el 50% de los surcos de manera que el ahorro potencial de agua es del 50% con respecto al riego por surco continuo.

Residuos picados

El picado de los residuos y su posterior incorporación al suelo constituyen la mejor opción para el manejo de los residuos en épocas secas y en épocas húmedas. Debido a que los residuos picados no interfieren con las labores de cultivo se recomienda aplicar el riego por surco alterno, como se muestra en la Figura 1, lo cual representa un ahorro potencial de agua de 50% en comparación con las aplicaciones por surco continuo.

Encalle 4x1

En campos cosechados con quema previa y residuos encallados al 4x1 (cuatro calles limpias seguidas por una con residuos), en los períodos secos se sugiere colocar el agua en tres de las cuatro calles que quedan sin residuos (Figura 5). En este caso los surcos con agua equivalen al 60% del área total y por tanto la economía potencial de agua es cercana al 40% en comparación con el riego por surco continuo.



Figura 4.

Forma de aplicación de riego sugerida para épocas secas y épocas con alta probabilidad de lluvias en cultivos con residuos encallados al 2x2.

Parámetro	Espaciamiento entre surcos (m)	
	1.50	1.75
Longitud de surco (m)	120	120
Número de surcos/ha	56	48
Número de calles con residuos/ha	28	24
Número de calles con agua/ha	28	24
Area regada (%)	50	50
Ahorro potencial de agua (%) *	50	50

* Con respecto al riego por surco continuo.



Figura 5.

Forma de aplicación de riego sugerida para épocas secas en cultivos con residuos encallados al 4x1.

Parámetro	Espaciamiento entre surcos (m)	
	1.50	1.75
Longitud de surco (m)	120	120
Número de surcos/ha	56	48
Número de calles con residuos/ha	11	10
Número de calles con agua/ha	33	30
Area regada (%)	58	62
Ahorro potencial de agua (%) *	42	38

* Con respecto al riego por surco continuo.

En las épocas húmedas, cuando se presentan períodos sin lluvias y el balance hídrico señala la necesidad de regar, el agua se puede aplicar en dos calles (no seguidas) de las cuatro sin residuos, como se muestra en la Figura 6. Con esta opción existe el potencial de ahorrar el 60% del agua que se requeriría al regar por surco continuo debido a que las aplicaciones se realizan en el 40% de los surcos. Si en las dos semanas siguientes a este riego no ocurren lluvias significativas es necesario realizar otro riego aplicando el agua en los surcos que no la recibieron en el evento anterior.

Encalle 5x1

En los campos cosechados con quema previa y residuos encallados al 5x1 se recomienda regar por surco alterno (Figura 7), lo cual representa un ahorro potencial de agua del 50% con respecto al surco continuo.

Las modalidades de encalle al 4x1 ó al 5x1 se utilizan en cultivos que han sido cosechados con quema previa. La quema elimina entre el 50% y el 60% de los residuos y por tanto en el campo quedan entre 20 y 30 t/ha de residuos.

El aporque es necesario para controlar la distribución del agua en los surcos. Se recomienda conformar el entresurco de forma trapezoidal con altura entre 10 y 20 cm y base entre 50 y 60 cm de ancho.

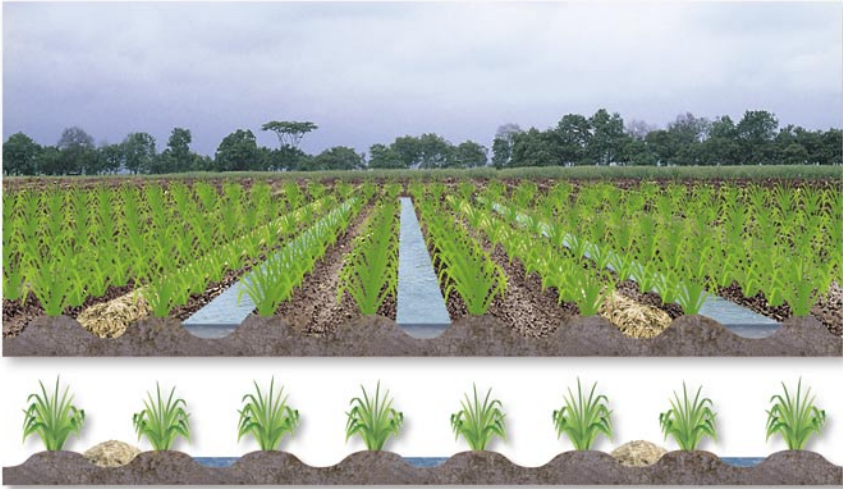


Figura 6.
Forma de aplicación de riego sugerida para épocas secas y épocas con alta probabilidad de lluvias (opcion económica) en cultivos con residuos encallados al 4x1.

Parámetro	Espaciamiento entre surcos (m)	
	1.50	1.75
Longitud de surco (m)	120	120
Número de surcos/ha	56	48
Número de calles con residuos/ha	11	10
Número de calles con agua/ha	22	20
Area regada (%)	39	42
Ahorro potencial de agua (%) *	61	58

* Con respecto al riego por surco continuo.



Figura 7.
Forma de aplicación de riego sugerida para épocas secas y épocas con alta probabilidad de lluvias en cultivos con residuos encallados al 5x1.

Parámetro	Espaciamiento entre surcos (m)	
	1.50	1.75
Longitud de surco (m)	120	120
Número de surcos/ha	56	48
Número de calles con residuos/ha	28	24
Número de calles con agua/ha	28	24
Area regada (%)	50	50
Ahorro potencial de agua (%) *	50	50

* Con respecto al riego por surco continuo.

Beneficios en costos

Las opciones sugeridas para la aplicación del riego en campos con residuos de la cosecha tienen el objetivo de ahorrar agua sin afectar negativamente la producción del cultivo.

A continuación se presentan el ahorro potencial de agua en cada caso en comparación con el riego por surco continuo, y el valor de dicho ahorro en pesos colombianos al considerar un precio del agua de \$60/m³.

El riego representa casi la mitad de los costos totales de la producción de caña y el recurso hídrico es el insumo más costoso de la labor.



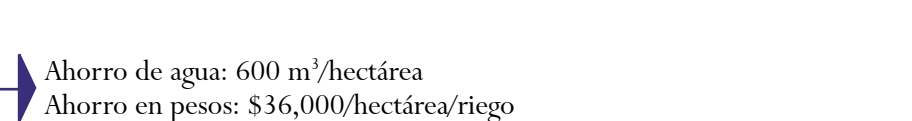
Plantillas y socas con residuos picados



Socas con encalle 2x2



Socas con encalle 5x1



Ahorro de agua: 600 m³/hectárea
Ahorro en pesos: \$36,000/hectárea/riego



Socas con encalle 2x1, época seca

Ahorro de agua: 400 m³/hectárea
Ahorro en pesos: \$24,000/hectárea/riego



Socas con encalle 2x1, época lluviosa

Ahorro de agua: 800 m³/hectárea
Ahorro en pesos: \$48,000/hectárea/riego



Socas con encalle 4x1, época seca

Ahorro de agua: 500 m³/hectárea
Ahorro en pesos: \$30,000/hectárea/riego



Socas con encalle 4x1, época lluviosa

Ahorro de agua: 700 m³/hectárea
Ahorro en pesos: \$42,000/hectárea/riego

Otros factores para el mejoramiento del riego

Las opciones recomendadas para la aplicación del riego por surcos son de fácil adopción y permiten disminuir los costos de la labor siempre y cuando se complementen con la nivelación de los campos, el aporque de las plantas, la programación de los riegos mediante balance hídrico, la medición del agua que se suministra a cada campo, la aplicación de los caudales recomendados, el uso de tuberías con ventanas y el control administrativo de los riegos.

Aunque la mayoría de los campos sembrados en caña de azúcar fueron nivelados hace varios años, actualmente muchos presentan irregularidades en sus pendientes lo cual produce altos consumos de agua de riego y/o excesos de humedad en el suelo que afectan la rentabilidad del cultivo.

Para mejorar la nivelación de los suelos se recomienda utilizar métodos de precisión que aseguren la definición de pendientes uniformes tanto en el sentido de los surcos como en el sentido de las acequias de riego y drenaje. De esta forma se logran producciones más uniformes y los costos del riego son menores.

Así mismo, para facilitar el control y la distribución del agua en los surcos es necesario realizar la labor de aporque la cual consiste en mover suelo suelto

del entresurco hacia las hileras de caña hasta conformar un entresurco de forma trapezoidal con altura entre 10 y 20 cm y base entre 50 y 60 cm de ancho.

Se recomienda programar los riegos con la metodología del balance hídrico utilizando las herramientas disponibles de Balance Hídrico Automatizado o el tanque Cenirrómetro.

Otro factor clave para mejorar la eficiencia del riego es la medición del caudal que se entrega a los surcos; dicho caudal debe estar entre 3 y 5 litros por segundo y debe ser medido con canaletas RBC.

Con respecto a la velocidad de avance del agua se recomienda que ésta oscile entre 0.7 y 1.3 metros por minuto para que los volúmenes de agua aplicados sean menores de 1200 m³/ha. Bloquear los surcos al final para disminuir las pérdidas de agua por escorrentía.

Finalmente, se sugiere llevar el control administrativo del riego con el fin de determinar los indicadores de gestión de la labor, entre ellos el volumen de agua utilizado, la eficiencia de aplicación y el rendimiento en hectáreas por jornal, aspectos que afectan directamente el costo del riego. El control administrativo del riego asistido por computador actualmente es utilizado por los ingenios Manuelita, Mayagüez, Providencia y Pichichí donde han logrando disminuir los volúmenes de agua aplicados en 30% e incrementar los rendimientos de los regadores en 25%.

Referencias bibliográficas

- Cadena S., S.F.; Torres, J.S.; Cruz V. R. 2000. El aporque en el cultivo de la caña de azúcar. En: Cadena Saucedo, S.F. Informe del contrato de pasantía Joven Investigador. Convenio COLCIENCIAS-CENICAÑA, Cali, CENICAÑA. p.43-61
- Cruz V., R. 2000. Control administrativo del riego asistido por computador. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.22, no.4, p.7-10
- Torres, J.S.; Cruz V., R. 1996. Riego por surco alterno. 2 ed. Cali, CENICAÑA. 4p. (Serie Divulgativa, no.01).
- _____; Cruz V., R. 1997. El Cenirrómetro: Un programador visual de riegos. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 4, Cali, 24-26 septiembre, 1997. Cali, TECNICAÑA. v.1, p.207-216.
- _____; Cruz V., R. El aforador RBC: una estructura sencilla para canales de riego. Cali, CENICAÑA. 4p. (Serie Divulgativa, no.04)
- _____; Cruz V., R.; Villegas T., F. 1996. Avances técnicos para la programación y manejo del riego en caña de azúcar. Cali, CENICAÑA. 53p. (Serie Técnica, no.19)
- _____; Cruz V., R.; Villegas T., F. 1997. Riego por surco alterno en caña de azúcar. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 4, Cali, 24-26 septiembre, 1997. Cali, TECNICAÑA. v.1, p.191-199.
- _____; Villegas T., F. 1995. Green cane management under heavy trash conditions. Cali, CENICAÑA. 24p. (Documento de trabajo, no.304) (Presentado en Congress of the ISSCT, 22, Cartagena, Colombia, 11-15 septiembre, 1995)
- _____; Villegas T., F. 1997. Manejo de los residuos de la cosecha de caña verde. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 4, Cali, 24-26 septiembre, 1997. Cali, TECNICAÑA. v.1, p.133-146.
- Villegas T., F.; Torres, J.S. 1999. Manejo de los residuos de la cosecha de caña en verde. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia) v.21, no.4, p.5-11

CAÑICULTOR

El riego representa casi la mitad de los costos totales de la producción de caña y el recurso hídrico es el insumo más costoso de la labor.

Para ahorrar agua y mejorar la eficiencia del riego en su cultivo adopte las siguientes medidas.



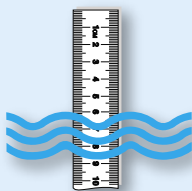
Nivele el campo y aporque el cultivo

Adecúe el terreno para el riego, realice nivelaciones de mantenimiento, aporque las plantas y cuide la geometría de los surcos.



Programe los riegos: cuándo y cuánto aplicar

Calcule los requerimientos de riego del cultivo considerando las relaciones suelo-agua-planta-atmósfera. Utilice el Balance Hídrico Automatizado o el Tanque Cenirrómetro. En zonas con niveles freáticos altos instale pozos de observación.



Mida el agua

Asigne a cada campo sólo el agua necesaria. Instale estructuras de aforo a lo largo de las redes de distribución y mida cada entrega. Utilice el Aforador RBC, fijo o portátil.



Aplique el agua

Decida cuáles surcos recibirán agua considerando el acomodo de los residuos poscosecha y las probabilidades de lluvia. Siga las recomendaciones de la presente publicación.

Disminuya el volumen de agua en cada riego mediante el uso de politubulares o tuberías rígidas con ventanas.



Controle a diario la calidad del riego

Registre las condiciones de operación durante cada evento de riego y mida la eficiencia técnica y administrativa de la actividad. Mejore continuamente la calidad de la labor y cumpla metas de ahorro de agua y costos.

A C E R C A D E	Balance hídrico automatizado	Solicite INFORMACIÓN
	Tanque Cenirrómetro	
	Instalación de pozos de observación	
	Estructura de aforo RBC	
	Métodos de aplicación de riego	
	Control administrativo de los riegos asistido por computador	
		buzon@cenicana.org Estación experimental, Programa de Agronomía Teléfono: (2) 664 8025, ext. 130 Fax: (2) 664 1936

CITA BIBLIOGRÁFICA

Cruz V., R.; Torres, J.S. Manejo del riego en campos con residuos de la cosecha. Cali, CENICAÑA. 2003. 8p. (Serie Divulgativa no.8)

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

COMITÉ EDITORIAL

Alvaro Amaya Estévez
Carlos O. Briceño Beltrán
Camilo H. Isaacs Echeverry
Guadalupe Bustamante Álvarez
Nohra Pérez Castillo
Victoria Carrillo Camacho

Impresión litográfica:

Feriva S.A. Cali, Colombia
Tiraje: 1800 ejemplares

CENICAÑA

DIRECCIÓN POSTAL
Calle 58 norte # 3BN-110
Cali, Colombia

ESTACIÓN EXPERIMENTAL

San Antonio de los Caballeros,
Vía Cali-Florida km 26
Teléfono: (57) (2) 664 8025
Fax: (57) (2) 664 1936
www.cenicana.org
buzon@cenicana.org

Tarifa postal reducida no.1555 vence dic/2004

Correos de Colombia

ADPOSTAL
Llegamos a todo el mundo!

Llame gratis a nuestras nuevas líneas de atención al cliente
018000-915525
018000-915503
Visite nuestra página web
WWW.adpostal.gov.co