

# Tecnologías de Riego ante “El Niño”

Ricardo Cruz  
Programa de Agronomía  
[jrcruz@cenicana.org](mailto:jrcruz@cenicana.org)

Debido a la presencia del fenómeno de “El Niño” en el Valle del Cauca es muy probable que ocurra un período de sequía que se extendería entre noviembre de 1997 y mediados de 1998, ocasionando una situación crítica de disponibilidad de agua que puede incidir en altos costos de riego y causar efectos negativos sobre las producciones de caña y azúcar.

Para enfrentar el fenómeno, el sector azucarero de la región posee las siguientes tecnologías de uso eficiente del agua.

## Prioridad en la programación

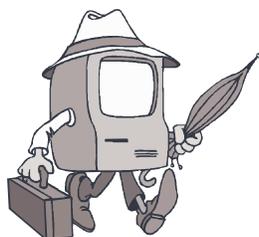
La programación de los riegos permite hacer un uso racional del agua disponible mediante la determinación del momento oportuno para la aplicación. El balance hídrico ha demostrado ser una metodología útil y sencilla de programación que sólo requiere del conocimiento de la lámina de agua rápidamente aprovechable del suelo (LARA) y los datos de precipitación y evaporación medida en el tanque clase A.

Desde luego, se necesita personal calificado que comprenda las relaciones suelo-agua-planta-atmósfera y que esté en capacidad de tomar decisiones acertadas de manejo del agua.

La precisión del balance hídrico depende de la exactitud con que se determinen las constantes de humedad en el suelo y los valores de evapotranspiración actual, además del buen juicio para realizar los ajustes requeridos por la metodología.

Las alternativas disponibles para realizar el balance hídrico (BH) son:

- BH automatizado (Programa de computador).
- Tanque Cenirrómetro (Programador visual)
- Balance hídrico quincenal (método manual).
- Pozos de observación del nivel freático, utilizado en zonas húmedas



## Balance Hídrico Automatizado

Programa de computador que calcula el balance hídrico a partir de datos de evaporación del tanque clase A y de las lluvias. Los datos necesarios para iniciar la programación son: lámina de agua en el suelo (LAS), lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) a 60 y 80 cm de profundidad y factor K antes y después de los 4 meses de edad del cultivo.

Se requiere un computador 486 DX, monitor monocromático, disco duro con 30 MB libres, sistema operacional DOS 6.0 ó superior, memoria convencional libre de 510 Kb e impresora de matriz de 80 columnas.

El disquete de instalación y el manual del usuario se pueden adquirir en CENICAÑA a través de Liliana de Tezna, e-mail: [lferrero@cenicana.org](mailto:lferrero@cenicana.org)



## Tanque Cenirrómetro

El tanque Cenirrómetro es una herramienta práctica para la programación de los riegos porque funciona simultáneamente como pluviómetro y evaporímetro, involucrando además el consumo de agua de la caña por medio de un factor K y la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo.

El Cenirrómetro se debe instalar en cada bloque de cosecha, preferiblemente sobre la superficie del suelo.

Para iniciar las observaciones se espera a la aplicación de un riego o a que ocurra una precipitación que sea suficiente para llevar el suelo hasta capacidad de campo. Inmediatamente se llena el tanque Cenirrómetro con agua limpia y se inicia el seguimiento del nivel del agua una vez por semana. El riego se programa cuando el nivel del agua en el tanque se aproxima a una de las marcas de referencia, dependiendo de la edad de la caña. Una vez se aplica el riego en el bloque de cosecha el tanque se llena de nuevo con agua limpia y se repiten los pasos descritos.

Los Cenirrómetros se pueden adquirir en CENICAÑA comunicándose con Alcira Arias Villegas, e-mail: [aarias@cenicana.org](mailto:aarias@cenicana.org)

## Pozos de Observación del Nivel Freático

En zonas de niveles freáticos altos ( $< 1$  m de profundidad) se pueden programar los riegos utilizando pozos de observación. Son agujeros hechos en el suelo a una profundidad de 150 cm en los que se coloca una manguera plástica (rígida) de 150 a 200 cm de longitud y de 2.5 a 5.0 cm de diámetro, con agujeros de 2 a 3 mm perforados en los 50 a 100 cm del extremo inferior. Inicialmente la red de pozos de observación se puede construir colocando tres pozos de observación en un arreglo triangular.

La posición del nivel freático depende de los parámetros locales que determinan el balance hídrico; por lo tanto, conociéndola se puede predecir el momento oportuno del riego. Cuando el nivel freático se mantiene a profundidades mayores que 1.2 m durante 25 días o más y en este período no ocurren lluvias apreciables, es necesario regar. Para mayor información se puede comunicar con Ricardo Cruz, e-mail: [jrcruz@cenicana.org](mailto:jrcruz@cenicana.org)

## Medición del Agua

### Aforador RBC

Uno de los primeros pasos para disminuir las necesidades de agua para riego consiste en realizar aforos a lo largo de las redes de distribución, lo que permite regular las asignaciones de agua a los diferentes campos.

El aforador RBC, recomendado por CENICAÑA, presenta ventajas relacionadas con la facilidad de instalación, economía en construcción y precisión en los aforos.

En los campos cultivados con caña de azúcar es frecuente encontrar entre dos y tres secciones típicas de canales, las cuales permiten la construcción de estructuras de

aforo fijas o portátiles con dimensiones estandarizadas (Cuadro 1). Para estas secciones típicas se presenta la tabla de calibración respectiva (Cuadro 2). Cuando se tienen acequias o canales de tierra, es necesario revestir el área correspondiente a los 2 ó 3 m antes de la estructura. En canales revestidos la construcción de la canaleta se facilita y sólo es necesario fundir la rampa y la cresta que van en el fondo del canal.

Cuando el aforador RBC se instala de manera permanente se puede construir con ladrillos, en concreto, o con bloques de la mezcla suelo-cemento. También se pueden utilizar vigas prefabricadas y losas de hormigón armado. Para instalaciones temporales, el aforador se puede construir con madera impermeabilizada, aluminio o fibra de vidrio.

Los costos de construcción del aforador son significativamente más bajos que los de estructuras más complicadas, como las canaletas Parshall y las canaletas sin cuello.

En canales pequeños, muy comunes en el cultivo de la caña de azúcar, los costos pueden ser solamente entre el 10% y el 20% del costo de las estructuras de aforo tradicionales y, en el caso de canales más grandes, el costo de referencia puede ser de 50%.

**Cuadro 1.** Secciones de canales de riego trapezoidales más comunes.

Canal	Talud Z:1	Altura de rampa (S) (m)	Plantilla (B <sup>1</sup> ) (m)	Tirante (T) (m)	Caudal (l/s)
Surco	2:1	0.05	0.05-0.10	0.15	Menos de 10
Terciario	1:1	0.20-0.25	0.40-0.80	0.40-1.0	100-300
Secundario	1.5:1	0.25-0.35	0.60-0.80	0.50-1.0	300-600
Primario	2:1	0.35-0.50	1.0-3.0	1.0-3.0	Más de 600

**Cuadro 2.** Tabla calibración del aforador RBC.

Surcos		Canal terciario		Canal secundario		Canal primario	
B <sub>1</sub> = 0.05 m	B <sub>c</sub> = 0.01 m	B <sub>1</sub> = 0.60 m	B <sub>c</sub> = 1.00 m	B <sub>1</sub> = 0.80 m	B <sub>c</sub> = 1.70 m	B <sub>1</sub> = 1.20 m	B <sub>c</sub> = 3.20 m
Z = 2.00	S = 0.05 m	Z = 1.00	S = 0.20 m	Z = 1.50	S = 0.30 m	Z = 2.00	S = 0.50 m
L = 0.30 m	L <sup>a</sup> = 0.05 m	L = 1.20 m	L <sup>a</sup> = 0.60 m	L = 1.20 m	L <sup>a</sup> = 0.90 m	L = 4.00 m	L <sup>a</sup> = 1.50 m
L <sub>b</sub> = 0.15 m	L <sub>c</sub> = 0.15 m	L <sub>b</sub> = 0.60 m	L <sub>c</sub> = 1.70 m	L <sub>b</sub> = 0.90 m	L <sub>c</sub> = 1.70 m	L <sub>b</sub> = 1.50 m	L <sub>c</sub> = 5.00 m
H <sup>a</sup> (cm)	Q <sup>b</sup> (cm)	H (cm)	Q (cm)	Q (cm)	H (cm)	H (cm)	Q (cm)
2.0	0.5	17	138	20	301	20	506
2.2	0.6	19	168	22	354	22	596
2.4	0.7	21	200	24	412	24	692
2.6	0.8	23	234	26	474	26	794
2.8	0.9	25	272	28	540	28	903
3.0	1.0	27	312	30	610	30	1018
3.2	1.1	29	355	32	685	32	1139
3.4	1.2	31	401	34	764	34	1267
3.6	1.4	35	501	36	848	36	1401
3.8	1.5	37	556	38	935	38	1542
4.0	1.6	39	613	40	1028	40	1690
4.2	1.8	41	674	42	1126	42	1844
4.4	1.9	43	737	44	1227	44	2005
4.6	2.1	45	804	46	1334	46	2172
4.8	2.2	47	874	48	1445	48	2347
5.0	2.4	49	946	50	1561	50	2828
5.2	2.6	51	1022	52	1682	52	2716
5.4	2.8	53	1102	54	1808	54	2912
5.6	3.0	55	1184	56	1938	56	3114
5.8	3.1	57	1270	58	2074	58	3322
6.0	3.2	59	1359	60	2215	60	3539
6.2	3.6	63	1547	62	2361	62	3763
6.4	3.8	65	1646	64	2512	64	3994
6.6	4.0	67	1749	66	2668	66	4232
6.8	4.2	69	1855	68	2830	68	4477
7.0	4.4	71	1965	70	2997	70	4730
7.2	4.5	73	2078	72	3169	72	4991
7.4	4.9	75	2195	74	3345	74	5259
7.6	5.2	77	2316	76	3528	76	5535
7.8	5.4	79	2440	78	3717	78	5818
8.0	5.7	81	2568	80	3911	80	6109
8.2	5.9	83	2700	82	4111	82	6408
8.4	6.2	85	2836	84	4316	84	6715
8.6	6.5	87	2975	86	4527	86	7029
8.8	6.8	89	3119	88	4744	88	7352
9.0	7.1	91	3266	90	4967	90	7683
9.2	7.4	93	3417	92	5196	92	8021
9.4	7.7	95	3573	94	5431	94	8368
9.6	8.0	97	3732	96	5671	96	8723
9.8	8.4	99	3895	98	5918	98	9087
10.0	8.7	100	3979	100	6171	100	9459

- a. H = Lectura de regla de aforo  
b. Q = Caudal

## Aplicación del Agua

### Riego por surco alterno

El riego por surco alterno, que consiste en colocar el agua en surco de por medio, es una tecnología confiable que permite regar con menos agua y ahorrar hasta 600 m<sup>3</sup>/ha por cada riego, con un aumento en el rendimiento del regador de 1 hectárea-hombre-día.

Este sistema se puede utilizar en los lotes adecuados para riego por gravedad, tanto en plantilla como en socas; no obstante, tiene algunas limitaciones en suelos arcillosos que se agrietan demasiado o que han sido disturbados excesivamente durante la preparación.

El aporque es indispensable para conformar una guía que evite el paso del agua al surco adyacente. Si sólo se cuenta con el sistema de riego por gravedad, los riegos de germinación de las plantillas se deben realizar por surco continuo. Una vez establecido el cultivo se puede aplicar el riego por surco alterno.

### Tuberías de ventanas para reemplazar las acequias regadoras

La utilización de politubulares o tubería rígida con ventanas en reemplazo de las acequias regadoras permite disminuir hasta en 400 m<sup>3</sup>/ha los volúmenes de agua utilizados por riego.

Esto significa que con el ahorro de agua se puede amortizar la inversión en los politubulares, además de otros beneficios como el ahorro en la construcción y tapado de las acequias, el incremento en el rendimiento de los regadores (14%) y el aumento de la eficiencia de las máquinas cosechadoras.

### Riego por aspersión

Los riegos de germinación de las plantillas se deben aplicar utilizando el sistema de riego por aspersión con cañones. Con este sistema se pueden aplicar láminas de riego controladas de 30 a 40 mm, lo cual permite usar volúmenes de agua entre 600 y 700 m<sup>3</sup>/ha que, comparados con los 2500 a 3000 m<sup>3</sup>/ha que emplea el riego por surcos para germinación, significa un ahorro substancial de agua. Además, en el riego por cañones se pueden regar hasta 10 hectáreas por día de 24 horas de manera que es posible repetir la operación después de 10 a 12 días,



Riego por aspersión

ofreciendo la oportunidad de aplicar hasta tres riegos de germinación si se requiere.

El riego por aspersión con cañones también se puede utilizar para acompañar la fertilización en período seco.

Para el funcionamiento óptimo del riego con cañones se debe procurar bifurcar las líneas de tuberías para garantizar la presión adecuada; se debe evitar colocarlos en una misma línea. Para instalar los equipos en el campo es importante asegurar los espaciamientos recomendados por los fabricantes y asignar el caudal estrictamente necesario para su operación.

## Control Diario de la Calidad de los Riegos

El control diario de la calidad de los riegos, consistente en medir la cantidad de agua utilizada, la eficiencia de aplicación y la eficiencia administrativa, es uno de los medios más eficaces para ahorrar agua, disminuir costos y mejorar la rentabilidad del riego. Actualmente en CENICAÑA se encuentra disponible una metodología basada en unos pocos datos de campo (Formato 1), con los cuales se pueden calcular los parámetros utilizados para calificar los riegos (Formato 2).

## Formato 1. Información de campo para el control de riego por gravedad.

Zona: _____	Fecha: _____
Hacienda: _____	Regador: _____
Sector: _____	Ficha: _____
Suerte: _____	Fuente: Pozo _____ Bocatoma _____ Motobomba _____
Edad de la caña _____	Orden de trabajo no. _____
Plantilla _____ Soca no. _____	
Regador en el sitio de trabajo: Entrada _____	Salida _____
Hora de llegada del agua a la suerte: _____	_____ a.m. _____ p.m.
Tiempo que tarda el agua en salir del surco: _____	_____ horas
Duración del cambio de tendido: _____	_____ min
Surcos por tendido (no.): _____	_____
Número de tendidos por jornada: _____	_____
Caudal de agua por hombre: _____	_____ l/seg
Promedio de caudal /surco: _____	_____ l/seg
Promedio de longitud del surco: _____	_____ m
Suerte adecuada, primera fase: _____ si	_____ no
Suerte adecuada, segunda fase: _____ si	_____ no
Suerte aporcada: _____ si	_____ no
Suerte escarificada: _____ si	_____ no
Textura: _____	Arcillosa _____ Franca _____ Arenosa _____
Intervalo entre riegos: _____	_____ Días
Estado de humedad en el suelo: _____	_____
Observaciones : _____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

## Formato 2. Variables de control del riego por gravedad.

Hacienda: _____	Fecha: _____
Suerte: _____	Regador: _____
<b>Variables de control</b>	Area regada por día: _____ Sincronización: _____
<b>Tiempo total perdido</b>	Jornal neto: _____ Jornal a imputar: _____
<b>Eficiencia administrativa</b>	Volumen de agua aplicado (m <sup>3</sup> /ha): _____
	Profundidad de humedecimiento (cm): _____
<b>Eficiencia de aplicación</b>	
Observaciones : _____	_____
_____	_____
_____	_____



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA -CENICAÑA**  
Agroindustria unida en la investigación y el desarrollo

CENICAÑA es una institución privada y sin ánimo de lucro fundada en 1977 por iniciativa de la agroindustria azucarera localizada en el valle del río Cauca. Su misión es contribuir por medio de la investigación, evaluación y divulgación de tecnología y el suministro de servicios especializados al desarrollo de un sector eficiente y competitivo, de manera que éste juegue un papel importante en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

Las actividades de investigación y desarrollo son financiadas por los ingenios azucareros y los cultivadores de caña a través de donaciones directas definidas cada año como un porcentaje del valor de la producción de azúcar.

Las áreas de investigación se enmarcan en cuatro programas: Variedades, Agronomía, Procesos de Fábrica, Economía y Estadística. Los servicios de apoyo son: Informática y documentación, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología, Tecnología Informática.

El Centro Experimental está ubicado a 3°13' latitud norte, a 1024 metros de altura sobre el nivel del mar. En este sitio la temperatura media anual es de 23.5°C, la precipitación de 1160 mm y la humedad relativa de 77%.

La *Carta Trimestral* es una publicación periódica, editada por Cenicaña con el propósito de difundir información y conocimientos científicos y tecnológicos relacionados con el desarrollo de la agroindustria azucarera colombiana. Ofrece documentación resumida sobre los resultados generados por el centro de investigación y las experiencias de ingenios y cañicultores con las nuevas tecnologías, al tiempo que provee las referencias bibliográficas complementarias sobre cada tema. El primer volumen fue editado en 1978, y los cambios más significativos de diseño y concepto editorial se dieron en 1997 cuando la versión impresa comenzó a publicarse también en Internet.

Título: Tecnologías de riego ante El Niño

Autor: Ricardo Cruz.

Publicado en: Carta Trimestral. Cenicaña, 1997. v.19, no. 3. p.16-20

© Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 1997.

Centro Experimental: vía Cali-Florida, k26  
Tel: (57) (2) 6648025 – Fax: (57) (2) 6641936  
Oficina de enlace: Calle 58 norte no.3BN-110  
Apartado aéreo: 9138  
Cali, Valle del Cauca –Colombia

[www.cenicana.org](http://www.cenicana.org)  
[buzon@cenicana.org](mailto:buzon@cenicana.org)