

Costo económico del riego: Análisis de casos

Ricardo Cruz *
Claudia Posada *
Gustavo Medina **
Alejandro García ***
Rafael Rojas ****

Introducción

El cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca requiere la aplicación de riego suplementario para su desarrollo. En años de precipitación normal aproximadamente 100,000 hectáreas presentan déficit de agua entre 0 y 400 mm/año, mientras que en años secos se pueden encontrar hasta 360,000 ha con déficit (Cruz y Torres, 1997).

De acuerdo con las investigaciones realizadas por CENICAÑA, los requerimientos hídricos de la caña de azúcar en las condiciones agroclimáticas del valle fluctúan entre 1100 y 1300 mm por ciclo de cultivo de 13 meses; es decir, con precipitación anual de 1000 mm el requerimiento de riego de la caña es de 100 a 300 mm (1 a 5 riegos) por ciclo de cultivo.

El riego representa entre 20 y 50% de los costos de producción de caña (Figura 1), motivo por el cual es un tema de alta prioridad tanto en investigación como en los aspectos de mejoramiento administrativo y operativo. La importancia es aun mayor desde enero de 2001 cuando los costos de la energía eléctrica se incrementaron en todo el territorio colombiano (resolución 079 de 1997, Comisión Reguladora de Energía y Gas -CREG), afectando directamente los costos del agua de riego que se extrae de pozos profundos. A pesar de haber adoptado las tarifas monomía doble y monomía horaria, recomendadas al sector azucarero como las mejores alternativas para afrontar las nuevas disposiciones (Valdés *et al*, 2000), los cañicultores tuvieron que aceptar un incremento de 75% en los costos de energía.

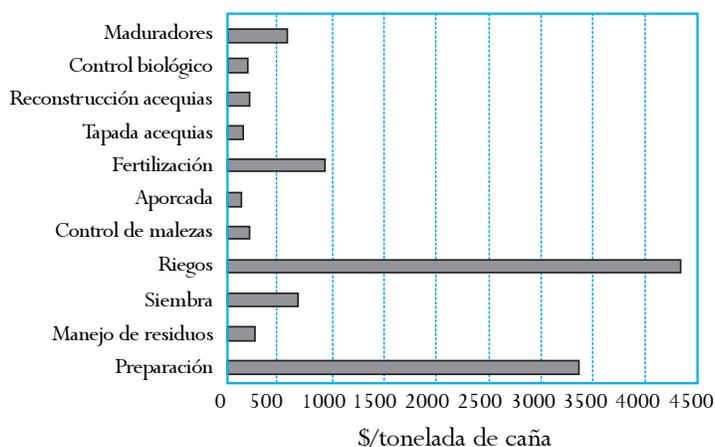


Figura 1. Costos de producción de caña de azúcar discriminados por labor (\$/tonelada de caña, año 2000).

En este documento se presentan los costos o valoración económica del riego para siete casos definidos según los sistemas de captación, conducción y aplicación del agua, involucrando las inversiones y la operación. Los datos para el análisis de los casos fueron suministrados por los ingenios Mayagüez, Manuelita y Providencia y los costos se estimaron en pesos colombianos del año 2000. El costeo económico del riego en conjunto con las investigaciones en proceso sobre la respuesta diferencial de la caña al riego serán la base para determinar, en un futuro cercano, la rentabilidad del riego en el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

* Investigadores de CENICAÑA: Ing. Agríc., M.Sc.; Ingeniero de Suelos y Aguas <jrcruz@cenicana.org>. Economista, Programa de Análisis Económico y Estadístico <cposada@cenicana.org>
** Ing. Agríc., Ingenio Mayagüez S.A. <gumedita@ingeniomayaguez.com>
*** Ing. Agrón., Ingenio Manuelita S.A. <algarcia@manuelita.com>
**** Ing. Agríc., Ingenio Providencia S.A. <joserafa00@latinmail.com>

Metodología

El costeo económico del riego se define como la valoración representativa y confiable de las inversiones y la operación del riego, para lo cual CENICAÑA ha desarrollado una metodología que tiene en cuenta las obras involucradas para cada sitio específico partiendo de la hipótesis de que son inversiones para la empresa, que generan beneficios e implican unos costos durante su vida útil. Se incluyen las inversiones en estudios básicos, adecuación y estructuras hidráulicas, las cuales normalmente no se tienen en cuenta a la hora de calcular los costos de riego en los ingenios locales.

Para valorar el agua se realiza un inventario físico de las obras de infraestructura en cada 'suerte' o lote, clasificadas en **estudios básicos** (análisis de suelos, topografía, diseño de los campos, nivelación), **captación, almacenamiento, distribución y obras complementarias**. El inventario involucra variables como inversión inicial, vida útil, capacidad, área de influencia, porcentaje de reparación y mantenimiento, consumo de energía, entre otras.

A partir de esta información, para cada activo inventariado se calculan los costos unitarios de posesión (costos fijos) y de operación (costos variables) para obtener el costo total de la obra. En los **costos fijos** se tienen en cuenta la depreciación económica, los seguros, impuestos e intereses y el alojamiento o bodegaje. En los **costos variables** se incluyen la reparación y el mantenimiento y los consumos de energía y combustible. También se consideran aspectos generales como costo del capital ponderado, plazo del crédito de inversión, tasa de seguros y tasa de impuesto al patrimonio.

Casos de estudio

- Caso 1:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, conducción por tubería y aplicación por tubería de ventanas.
- Caso 2:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, almacenamiento en reservorio, conducción por canal secundario revestido y aplicación por sifones y acequia regadora.
- Caso 3:** captación de agua superficial en bocatoma, almacenamiento en reservorio, conducción por canales primario y secundario y aplicación por bocas y acequia regadora.
- Caso 4:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, reservorio, canal primario y secundario, acequia regadora y aplicación por bocas.
- Caso 5:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, conducción por tubería y aplicación por tubería de ventanas.
- Caso 6:** captación de agua subterránea mediante un pozo profundo de 20 años de vida, conducción por tubería y aplicación por tubería de ventanas.
- Caso 7:** captación de agua subterránea mediante pozo profundo, reservorio, canal primario, acequia regadora y aplicación por bocas.

Para cada caso, con base en la información básica se estiman los costos fijos y variables por año de cada una de las obras de infraestructura y se calcula el costo total anual en que se incurre por poseer y operar las obras. Este valor se distribuye por la capacidad en metros cúbicos por año de dichas obras, bien sea para captación, almacenamiento y/o distribución de agua, obteniendo como resultado el precio del agua como insumo. Este último se ingresa como un sobrepeso al valor pagado a la corporación autónoma regional por el consumo (en los casos de análisis la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC) y con este resultado se llega a valorar de manera precisa la labor de riego en función del sistema empleado.

Resultados

En los Cuadros 1 y 2 se relacionan los datos básicos de entrada para la modalidad de riego descrita en el Caso 1, los costos fijos y variables de cada una de las obras de infraestructura estimados por año, el costo total anual calculado por poseer y operar las obras y el precio del agua como insumo. En la Figura 2 se presentan los costos discriminados, valorando por factor la labor de riego para el Caso 1.

Cuadro 1. Datos básicos de entrada para la estimación de los costos de un riego en el Caso 1 de estudio. Precios año 2000.

Concepto	Inversión inicial (miles de \$)	Año	Capacidad (miles de m ³ /año)	Vida útil (años)	Edad actual (años)	Energía (miles de kW/año)	Valor atribuido a riego (%)
Actividades básicas:							
Nivelación	18,450	1997	—	10	3	—	30
Diseño de campo	1500	1997	—	40	3	—	50
Estudio de suelos	2100	1997	—	10	3	—	15
Sistema de captación:							
Pozo profundo	230,000	1999	605	20	1	126	100
Sistema de distribución:							
Tubería enterrada	76,371	1998	605	15	2	—	100

Cuadro 2. Estructura de costos de un riego para el Caso 1 de estudio y precio del metro cúbico de agua.

Concepto	Costo fijo (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Precio m ³ (\$)
Actividades básicas:				
Nivelación	2890	—	2890	—
Diseño de campo	122	—	122	—
Estudio de suelos	330	—	333	—
Sistema de captación:				
Pozo profundo	24,545	18,555	43,100	71
Sistema de distribución:				
Tubería enterrada	9416	—	9416	16
Precio agua para riego				87

Cuadro 3. Costo de un riego por surcos por hectárea para los siete casos evaluados (pesos del año 2000).

Concepto	Número de Caso (ver descripción en el aparte <i>Metodología</i>)						
	1	2	3	4	5	6	7
Actividades básicas:							
básicas	7000	7000	7000	6000	7000	6000	7000
Maquinaria	11,000	11,000	11,000	0	25,000	21,000	0
Mano de obra	17,000	17,000	17,000	31,000	2000	2000	22,000
Agua	96,000	99,000	34,000	71,000	45,000	19,000	54,000
Otros insumos	—	2000	310	310	—	—	2000
Canal terciario	—	11,000	11,000	7000	—	—	7000
Tubería	16,000	—	—	—	48,000	39,000	—
Total	147,000	146,000	80,310	115,310	127,000	82,000	86,000
Agua (\$/m ³)	87	81	21	47	41	20	38
Agua (% total)	65	68	42	62	35	23	63



Figura 2. Costos de riego para el Caso 1.

Un resumen de los datos de entrada y los resultados para cada uno de los siete casos analizados se presenta en el Cuadro 3. Se observa que el costo de un riego fluctúa entre \$80,000 y \$145,000 por hectárea. Los Casos 1 y 2 presentan los mayores costos debido a que la infraestructura de captación de agua subterránea, almacenamiento y conducción es de construcción reciente y los costos de inversión son altos, lo cual resulta en un costo del agua de \$85 por metro cúbico que representa el 70% del costo total del riego.

Los Casos 4, 5 y 7 presentan costos intermedios, entre \$100,000 y \$120,000 por hectárea por riego; en éstos, las inversiones se realizaron hace más de diez años por lo cual el agua tiene un costo moderado entre \$40 y \$50 por metro cúbico y representan entre el 35 y el 60% del costo total de riego.

El costo más bajo se obtuvo con el Caso 3, igual a \$80,000 por ha/riego, debido principalmente al costo bajo del agua superficial equivalente a \$21 por metro cúbico.

Para el conjunto de casos analizados el costo del agua varió entre \$20 y \$85 por metro cúbico, con el precio más bajo en el caso de captación por bocatoma. Los precios más altos se registraron con el uso de pozo profundo, excepto en los Casos 4, 5 y 6 que corresponden a pozos antiguos; cabe anotar que en el Caso 6 las tuberías de conducción y aplicación también son bastante antiguas.

El costo del agua subterránea representa entre el 60 y el 70% del costo total del riego y la energía representa el 88% del costo del agua; se encontró que en muchos casos los equipos de motor y bomba instalados en los pozos están sobredimensionados en cuanto a tamaño y potencia requerida. Lo anterior indica que se deben mejorar tanto la selección de las bombas y motores como las eficiencias en el uso del agua y la energía; además, buscar otras fuentes de energía distintas a la eléctrica, por ejemplo gas natural o gas licuado de petróleo (GLP).

Conclusiones y proyecciones

La metodología de valoración económica del riego propuesta por CENICAÑA es útil para analizar el costo real del riego. Su uso estandarizado en el sector productivo ofrecerá la oportunidad de realizar comparaciones válidas, confiables y representativas de la labor, lo cual constituye un principio fundamental para el mejoramiento del riego en las unidades productivas y el aprovechamiento de las tecnologías disponibles con miras a disminuir los costos de producción del cultivo (ver recuadro).

CENICAÑA y el Grupo de Manejo de Aguas (integrado por técnicos e investigadores de la agroindustria azucarera) continuarán analizando el costo económico del riego en el cultivo de la caña de azúcar, tomando como referencia nuevos casos como el riego con bocatoma y aplicación por bocas (sin reservorio), pozo con motor diesel y bocas (sin reservorio), captación por bombeo desde cauce superficial y riego por aspersión con cañones.

Adicionalmente, en el Comité de Campo de ASOCAÑA se está analizando el desarrollo de un proyecto conjunto entre algunos ingenios y empresas distribuidoras de gas con el fin de evaluar el gas natural y el gas licuado de petróleo como fuentes de energía para pozos profundos.

Referencias bibliográficas

- Cruz Valderrama, R; Tores J.S. 1997. Zonificación climática por balance hídrico. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 4, Cali, 24-26 septiembre, 1997. Cali, TECNICAÑA. V.1, p. 201-206.
- Gómez J.F; Prada M.A. 2000. Nuevas tecnologías de riego por gravedad en el Ingenio Manuelita. En: Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, 5, Cali, 4-6 octubre, 2000. Cali, TECNICAÑA. (cd-rom)
- Valdés A; Medina G; Nova J; Orozco B; Cruz R; Calero C. 2000. Incremento de los costos de energía por cambios en el sistema de tarifas. Carta Trimestral CENICAÑA (Colombia). v.22, no.3, p.12-15.

La oferta tecnológica para la planeación y operación eficiente del riego ha demostrado ser eficiente para reducir los costos de la labor. En el Ingenio Manuelita, con la adopción de las nuevas tecnologías se logró disminuir en 50% los costos de riego (Gómez y Prada, 2000) a través de mejoras en la eficiencia de aplicación, el rendimiento de los regadores, el volumen de agua aplicado y las pérdidas por percolación profunda y conducción.

Entre las tecnologías disponibles, acerca de las cuales se puede encontrar información en CENICAÑA, están:

- Aforadores RBC para medición del agua.
- Sistema de programación de los riegos por balance hídrico (BH) manual, BH asistido por computador o BH visual mediante el uso del tanque Cenirrómetro.
- Aplicación de riego por surco alterno.
- Politubulares o tubería rígida con ventanas en reemplazo de las acequias de riego.
- Zonificación agroclimática por balance hídrico regional para la planeación del riego.
- Sistema de control administrativo de los riegos, manual o asistido por computador.



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: Costo económico del riego: análisis de casos

Autores: Ricardo Cruz; Claudia Posada; Gustavo Medina;
Alejandro García; Rafael Rojas.

Publicado en: Carta Trimestral. Cenicaña, 2001. v.23, no.2. p.13-16

© Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 2001.

Centro Experimental: vía Cali-Florida, km 26

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
buzon@cenicana.org