

RESULTADOS DE LA EXTENSIÓN DEL RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO EN PRODUCTORES CAÑEROS DE ALTOS RENDIMIENTOS

Salvador García Guerra,¹ Jorge Ramón Pérez Lima,¹ Ramón Romero Pérez,² Pedro Ricondo,³ Eugenio García Fuentes¹ y Roberto Luis Lorente²

RESUMEN

En los últimos años, los sistemas de riego por goteo subterráneo en el cultivo de la caña de azúcar han sido utilizados, por diferentes países, a gran escala, con resultados satisfactorios en cuanto a rendimientos, eficiencia de operación y rentabilidad. En Cuba ya se dispone de resultados a escala de extensión, en 86,6 ha de caña de azúcar, pertenecientes a la finca La Tentativa y a la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) 1er. Soviet de América; algunos de los cuales son presentados en este trabajo. Ambos sistemas fueron evaluados para caña planta de 19 a 20 meses, y se obtuvieron rendimientos agrícolas de 206 a 222,8 t/ha; respuesta al riego inédita en las condiciones de Cuba. Este resultado estuvo determinado, entre otros factores, porque no se produjeron déficits a lo largo de todo el ciclo; satisfaciéndose 100 % de los requerimientos hídricos del cultivo. La eficiencia de uso del agua (*Eua*) fue de 9,7 a 11,6 t/ha • 100 mm; el costo de un riego osciló alrededor de 3,0 USD/ha y la inversión se recupera entre 3,3 y 3,5 años, para una tasa interna de retorno (TIR) de 0,29 a 0,30. Como continuidad del trabajo realizado, se recomienda proseguir la evaluación de los sistemas de riego en los retoños de los años sucesivos; particularmente, en lo referente a los aspectos tecnoló-

gicos y de manejo e incorporar las experiencias obtenidas en los que se construyan próximamente.

INTRODUCCIÓN

El riego por goteo ofrece amplias perspectivas, dado que constituye un cambio básico en la forma de aplicar el agua. Esta tecnología garantiza el suministro, rigurosamente dirigido hacia las raíces de las plantas, de pequeñas cantidades de agua.

La rápida generalización del riego localizado en todo el mundo, se debe a sus grandes ventajas, en relación con las otras técnicas de riego; como son el ahorro de agua, la posibilidad de introducir los fertilizantes disueltos en el agua, conservar una alta aireación en el suelo, y la factibilidad de su aplicación en terrenos no nivelados y de topografía irregular (Aidárov y col., 1985).

Entre los años 1996 a 1999 el INICA desarrolló un Proyecto de Investigación que recopiló información de 60 ha bajo riego por goteo y, actualmente, se trabaja en un Proyecto de Innovación Tecnológica, financiado por el CITMA, el cual pretende dar respuesta a las interrogantes aún existentes y desarrolla tareas que garantizan la implantación, asistencia técnica y monitoreo de las tecnologías de manejo adecuadas a cada condición específica.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), carretera al ISPJAE, Km. 2 ½, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba. Telf.: 260-2515. E - Mail: ignaeio@inica.edu.cu.

² CPA 1er. Soviet de América, Empresa Azucarera Arquímedes Colina, Bayamo, Granma, Cuba.

³ Finca La Tentativa, Empresa Azucarera Eduardo García Lavandero, Artemisa, La Habana, Cuba.

En el presente trabajo se exponen los principales resultados ya obtenidos a escala de extensión en áreas de 2 productores cañeros de alto rendimiento en el país; planteándose como objetos los siguientes:

1. Evaluar la respuesta de los indicadores fenológicos y del rendimiento de la caña de azúcar al riego por goteo subterráneo.
2. Cuantificar la relación entre las variables del clima, el consumo y la lámina de riego aplicada.
3. Determinar la eficiencia de uso del agua (*Eua*) y compararla con las que se obtienen para otras técnicas de riego.
4. Realizar una evaluación económica de la introducción de esta nueva tecnología para 2 condiciones edafoclimáticas y técnico-organizativas diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS EVALUADOS

En las tablas 1 y 2 se presenta una caracterización general de los 2 sistemas evaluados.

Los rendimientos promedios en secano son de 120 t/ha para la finca La Tentativa y de 100 t/ha para la CPA 1er. Soviet de América.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Riego por goteo subterráneo con goteros insertados VIP de gasto 2,3 L/h.

Laterales de 16 mm de diámetro y grosor de pared de 1,2 mm, con los goteros espaciados a 0,60 m.



OBSERVACIONES Y MEDICIONES

A lo largo del ciclo vegetativo de la caña, en los 2 sistemas evaluados se realizaron las siguientes observaciones y mediciones:

- Población.
- Altura de los tallos.
- Rendimiento agrícola.
- Determinación de las necesidades de riego.
- Lluvia y evaporación.
- Costos de las labores agrícolas y análisis económico.

Tabla 1
Ubicación y área de los sistemas evaluados

No.	CAI	Provincia	CPA/UBPC/finca	Área (ha)
1	E. G. Lavandero	La Habana	Finca La Tentativa	11,6
2	A. Colina	Granma	CPA 1er. Soviet de América	75,0
TOTAL				86,6

Tabla 2
Caracterización de los sistemas

No.	Sistema	Suelo	Variedad	Fecha de siembra	Fecha de cosecha	Distancia entre hileras (m)	Distancia entre laterales (m)
1	La Tentativa	Ferralsol	C138-77	Julio/00	Marzo/02	1,6	1,6
2	1er. Soviet	Fluvisol	C87-51	Mayo/00	Febrero/02	1,5	1,5

RESULTADOS

COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES FENOLÓGICOS Y DEL RENDIMIENTO

En ambos sistemas la población tuvo una tendencia ascendente hasta, prácticamente, el final del período de desarrollo, sin ocurrir la usual disminución en la densidad de tallos causada por la competencia. A los 6 a 7 meses de edad las cepas se encamaron debido al efecto de fuertes vientos; entonces ocurrió un rebrote de nuevos tallos. Ello explica el comportamiento relativamente atípico de la población para este cultivo.

La altura de los tallos es uno de los componentes del rendimiento que más está influido por la humedad del suelo (Fonseca, 1994; Hernández y col., 1994). Es posible que debido a ello sea, precisamente, en este indicador donde se aprecie claramente el efecto del riego. Al respecto, Humbert (1965) afirma que la elongación y el crecimiento de la célula están estrechamente relacionados con los niveles de humedad, y que la elongación de la caña es uniforme mientras la humedad del suelo se mantenga dentro del límite de capacidad de campo (aproximadamente, 4 atm de tensión). González (1982), en un experimento de riego en suelo Ferralítico Rojo, reportó alturas de tallos de hasta 300 cm; valor que no alcanza a los medidos en este trabajo (315 y 350 cm para La Tentativa y el 1er. Soviet, respectivamente).

En la tabla 3 se presentan los resultados de rendimientos agrícolas de la primera cosecha. El rendimiento mensual alcanzó valores de 10,95 (1er. Soviet) y 11,14 t/ha (La Tentativa). Esta respuesta de la caña al riego supera a lo conocido hasta el momento en Cuba. Así, Martín y colaboradores (1987) señalan que los incrementos de rendimientos, que se producen como

consecuencia de regar la caña, fluctúan, como promedio, entre 30 y 35 t/ha.

RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DEL CLIMA, EL CONSUMO Y LA LÁMINA DE RIEGO APLICADA

En las figuras 1 y 2 se presenta la relación entre la lluvia aprovechable, el consumo y la lámina de riego aplicada para el ciclo de caña planta en los sistemas de La Tentativa y el 1er. Soviet, respectivamente. En ninguno de los 2 casos se produjo déficit.

En La Tentativa el valor del consumo para el período fue de 1 914,02 mm; de los cuales 35 % fueron cubiertos por las precipitaciones y 65 % por el riego. En el 1er. Soviet el valor del consumo para el período fue de 2 265,82 mm; de los cuales 65 % fueron cubiertos por las precipitaciones y 35 % por el riego.

En La Tentativa se dieron 170 riegos, mientras en el 1er. Soviet fueron 90. Esta disparidad está dada por factores de suelo y climáticos.

EFICIENCIA DE USO DEL AGUA

De acuerdo con Yang (1997), la eficiencia de uso del agua de un cultivo (*Eua*) se define como la relación entre el rendimiento final y la evapotranspiración estacional; y constituye un parámetro esencial para una decisión acerca del diseño de los esquemas de riego, los requerimientos de agua de un cultivo dado y el manejo del agua a nivel parcelario.

Los valores de eficiencia de uso del agua (*Eua*) durante todo el ciclo fueron de 11,6 y 9,7 t/ha • 100 mm para La Tentativa y el 1er. Soviet, respectivamente. Estos valores son elevados en comparación con los reportados por otros

Tabla 3
Rendimientos obtenidos en los sistemas estudiados

Sistema	Provincia	Rendimientos agrícolas promedios (t/ha)	
		Secano	Riego
Finca La Tentativa	La Habana	120,00	222,80
CPA 1er. Soviet	Granma	100,00	206,00

autores en Cuba bajo otras técnicas de riego, y que oscilan entre 6,0 y 9,5 t/ha • 100 mm (Sanabria y García, 1991; Lamelas y col., 1989; Hernández y col., 1994).

EVALUACIÓN ECONÓMICA

En la tabla 4 se expone el costo de un riego para ambos sistemas y en la tabla 5 aparecen los indicadores de la eficiencia económica del riego por goteo; según los resultados de la primera cosecha.

Las diferencias entre los sistemas en el consumo de energía son debidas a que los tiempos de riego difieren; en ambos casos la fuente de agua es subterránea. El costo algo superior que caracteriza a la finca La Tentativa se debe, en lo fundamental, a diferencias en el gasto por concepto de mano de obra, ya que tratándose de un productor privado, éste paga mucho más que en el caso de una CPA.

Los costos agrícolas debidos al rendimiento adicional por riego (Tabla 6)

fueron superiores en la CPA 1er. Soviet, debido, fundamentalmente, a que la cosecha fue manual.

A partir del resumen de los índices económicos fundamentales, se puede definir que, en ambos casos, la TIR es mayor que 0,12. La relación beneficio-costos es superior a la

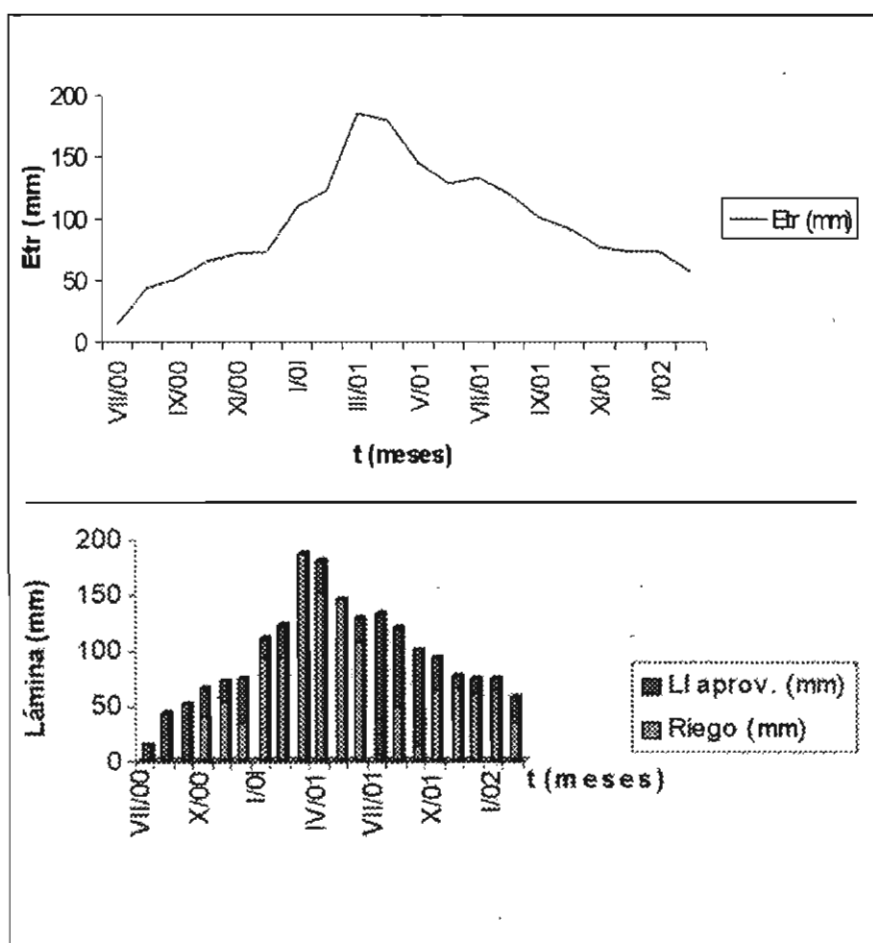


Fig. 1 Relación entre el consumo, la lluvia y el riego en el sistema de la finca La Tentativa.

unidad y la inversión se recupera entre 3,3 y 3,5 años; es decir, un tiempo menor que la duración de una plantación cañera en condiciones normales, que debe ser de 7 años. Se debe señalar que otra ventaja del goteo consiste en la posibilidad de ampliar la duración de la cepa, lo cual ha sido

comprobado en plantaciones comerciales de Venezuela y otros países (Barrantes, 1995). Esto garantiza un efecto económico adicional, dado por la reducción de los gastos por concepto de demolición, preparación de tierras, siembra y otras labores.

CONCLUSIONES

Los rendimientos mensuales de la caña bajo riego por goteo a escala de extensión para el ciclo de caña planta,

alcanzaron valores de 10,95 a 1,14 t/ha, con incrementos respecto al secano de hasta 106 t/ha. Estos resultados son inéditos en Cuba y se asemejan a los que logran los países cañeros más desarrollados con esta tecnología.

Con los sistemas evaluados se logró cubrir 100 % de los requerimientos hídricos del cultivo durante todo el ciclo vegetativo.

Los valores de eficiencia de uso del agua para el período de caña planta alcanzaron de 9,7 a 11,6 t/ha · 100 mm, superiores a los reportados en Cuba por varios autores bajo otras técnicas de riego.

Aplicar una norma de 30 mm en condiciones de producción cuesta alrededor de 18,0 USD en el caso del goteo, mientras que para las demás técnicas de riego este costo se eleva a 43,60 USD/ha.

A partir del resumen de los índices económicos fundamentales durante la caña planta se puede definir que, en ambos casos, la TIR es mayor que 0,12. La relación beneficio-costos es superior a la unidad, y la inversión se recupera entre 3,3 y 3,5 años.

RECOMENDACIONES

Continuar la evaluación de los sistemas durante los retoños sucesivos, particularmente, en lo referente a los aspectos tecnológicos y de manejo, e incorporar las experiencias obtenidas en los que se construyan próximamente.

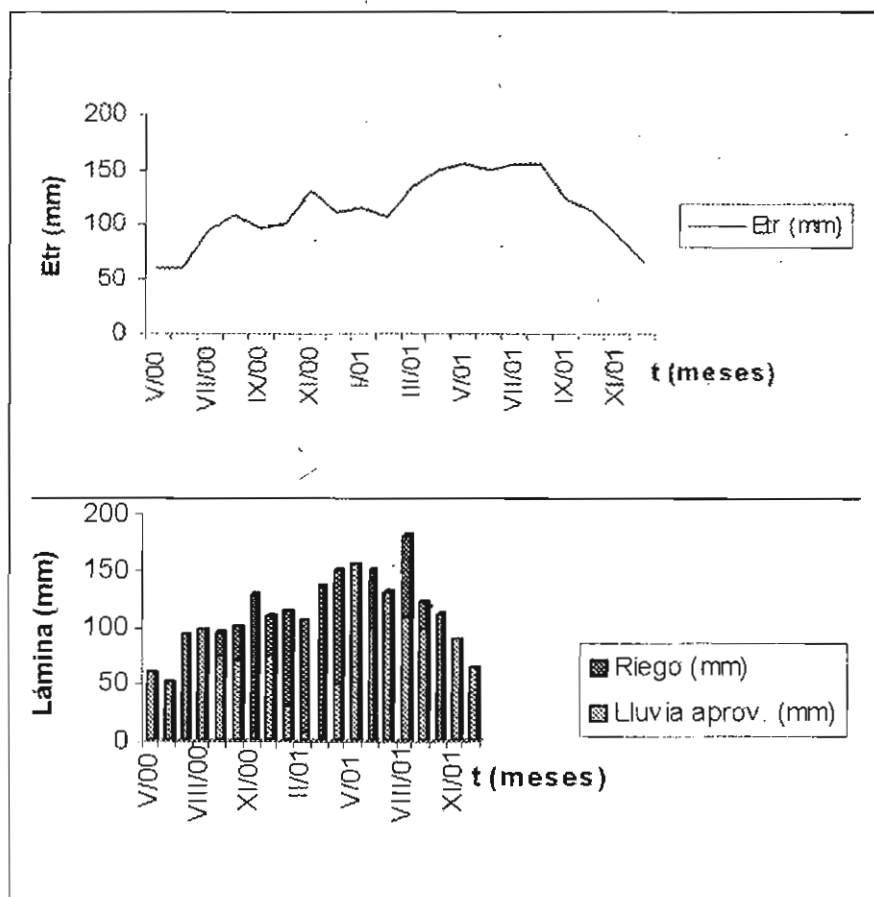


Fig. 2 Relación entre el consumo, la lluvia y el riego en el sistema de la CPA 1er. Soviet de América.

Tabla 4
Costo de un riego (USD/ha)

Sistema	Energía	Salario	Agua	Amortización	Total
La Tentativa	0,23	0,81	0,03	2,16	3,23
1er. Soviet	0,18	0,65	0,02	2,12	2,97

Tabla 5
Eficiencia económica del riego por goteo

Sistema	Rend. con riego (t/ha)	Increment. de rend. (t/ha)	VPA (USD/ha)	Ganancia (USD/ha)	Tr (años)	TIR	Relación B/C
La Tentativa	222,8	94,3	1 335,32	728,92	3,5	0,29	1,20
1er. Sóviet	219	124,7	1 765,80	747,64	3,3	0,30	1,03

VPA: Valor de la producción adicional.

Tr: Tiempo de recuperación de la inversión básica.

TIR: Tasa interna de retorno.

Relación B/C: Relación beneficio-costos.

Tabla 6
Costos agrícolas en los 2 sistemas (USD/ha)

Sistema	Riego	Fertilización	Cosecha	Total
La Tentativa	549,10	36,44	20,86	606,40
1er. Soviet	267,30	30,09	720,77	1 018,16

BIBLIOGRAFÍA

- Aidárov, I. P., A. I. Golovánov y M. G. Mamáev: *El riego*, 367 pp., Ed. MIR, Moscú, 1985.
- Barrantes, A.: "Riego por goteo en caña de azúcar", conferencia impartida en el Seminario Latinoamericano de Irrigación, IRRIDELCO INT'L CORP., San José, Costa Rica, 1995.
- Fonseca, J.: "Régimen de riego de la caña de azúcar en el occidente del país", *Resúmenes INICA*, p. 16, 1994.
- González, R.: "Determinación del régimen de riego óptimo de la caña de azúcar en los suelos Ferralíticos Rojos", tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, 110 pp., La Habana, 1982.
- Hernández, A., M. Fonseca, L. Viqueira y F. Acosta: "La utilidad de la cobertura de paja en el regadío de la caña de azúcar", *Boletín de Resúmenes, V Jornada Científica del INICA*, 210 pp., C. Hab., 1994.
- Humbert, R. P.: *El cultivo de la caña de azúcar*, 787 pp., Ed. Universitaria, La Habana, 1965.
- Lamelas, C., R. Cabrera, R. Rodríguez e I. Hernández: "Resultados de un bloque experimental regado por aspersión de alta carga en la provincia de Guantánamo", *Boletín de Resúmenes, V Reunión Nacional de Investigaciones de Riego y Drenaje de la Caña de Azúcar*, Granma, nov. 3-4, 1989.
- Martín, J. R., G. Gálvez, R. de Armas, R. Espinosa, R. Vigoa y A. León: *La caña de azúcar en Cuba*, 612 pp., Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1987.
- NETAFIM: "Resumen de la información y experiencias disponibles en el tema de riego por goteo en caña de azúcar", Departamento de Exportación, 14 hojas, 1996.
- Sanabria, J. M. y S. García: "Resultados de cinco cosechas utilizando el riego con el pivote central eléctrico VALMONT en el CAI G. A. Mañalich", *Reporte de Investigaciones 1986-1990 ECIRDCA*, Bauta, pág. 24-25, 1991.
- Sánchez, R.: "Informe sobre la participación en el Seminario Internacional de NETAFIM sobre riego por goteo en caña de azúcar realizado en Bundaberg, Australia", octubre 5 al 8, 10 hojas, 1995.
- Yang, S. J.: "The water use efficiency of sugar cane crop - a review", *ISSCT Irrigation Workshop*, Townsville, Australia, sept. 15-19, 1997.