

Factibilidad económica del riego con aspersores de largo alcance (enrolladores) en el riego de cultivos asociados en la Finca Integral de Frutales “Sandoval”

Economic Feasibility of sprinkling irrigation at long range (Gun travelling) in associated irrigation at “Sandoval” Integral Fruit Farm

Pedro. A. Delgado Delgado¹, Lorenzo Montero San José², Enrique Cisneros Zayas³, Miguel Domínguez González⁴ y Ricardo Pérez Hernández⁵.

RESUMEN. El trabajo se desarrolló en la Finca Integral de Frutales “Sandoval” de la Empresa Cítricos Ceiba, en la provincia de Artemisa, sobre un suelo Ferralítico Rojo Típico. Se realizaron evaluaciones en condiciones de campo con el objetivo de comparar el efecto económico de la entrega de agua con enrolladores y mediante el riego localizado por goteo en los cultivos de aguacate y guayaba, asociados con boniato plantado entre las hileras. El valor de la producción fue superior en el tratamiento con el riego por aspersión con valores de 12294.85 peso·ha⁻¹, con respecto a los obtenidos en el riego localizado por goteo 6552.26 peso·ha⁻¹ con una diferencia de 5742.59 peso·ha⁻¹ de incremento en el riego por aspersión. La relación beneficio neto - costo de producción resultó ser más llamativa en el riego con el enrollador con 0.72 peso·ha⁻¹ en relación a la asociación regada por goteo con 0.22 peso·peso⁻¹; similar comportamiento se mostró en la Rentabilidad de la Inversión en la que la técnica de riego con aspersor de largo alcance expresó el mayor resultado con 1.51 peso·peso⁻¹, mientras que en el riego localizado fue de 0.45 peso·peso⁻¹.

Palabras clave: eficiencia, humedad, rendimiento.

ABSTRACT. The work was developed at “Sandoval” Integral Fruit Farm belonging to Citrus Ceiba Enterprise, in Artemisa province, where soil was classified as a Typical Red Ferralitic. There were carried out evaluations under field conditions with the objective of comparing the economic effect of delivering water with Gun travelling, by means of localized irrigation system for avocado and guava trees, associated with sweet potato planted among the rows. The relationship net profit production cost turned out to be more attractive in Gun travelling 0.72 peso·peso⁻¹ in relation to the associated one drip irrigation 0.22 peso·peso⁻¹; similar behavior was shown in the profitability of the Investment in which the irrigation technique with Gun travelling expressed the biggest result with 1.51 peso·peso⁻¹, while in the localized irrigation was only 0.45. peso·peso⁻¹.

Keyword: Efficiency, humidity, yield.

¹ Ing. en Riego y Drenaje. Empresa Cítricos Ceiba. Doble Vía Guayabal, km 4½ Caimito, Artemisa, Cuba. Teléf 31-5482; 31-5238 Email: ecceiba@enet.cu

² M.Sc. Nutrición de las plantas y biofertilizante. Investigador Auxiliar. IAgriC.

³ M.Sc. en Riego y Drenaje. Investigador Auxiliar. IAgriC.

⁴ Dr. Ciencias Agrícolas. Investigador Titular. IAgriC.

⁵ Dr. Ciencias Agrícolas. Especialista. IAgriC.

INTRODUCCIÓN

El deterioro de las plantaciones cítricas del país ha obligado al Grupo de Fruticultura Tropical a adoptar medidas en su programa de desarrollo futuro, una de ellas es la creación de Fincas Integrales de Cítricos y Frutales, MINAG (2009) las mismas son aquellas que integran al menos cinco especies diferentes de frutales y el intercalamiento de otros cultivos de ciclo corto, que permiten incorporar ingresos en menor tiempo, con la finalidad de aumentar el poder adquisitivo de los trabajadores y de la entidad productiva (*Fincas integrales de frutales*, 2009).

En este sentido, la Empresa Cítricos Ceiba dedicada al monocultivo del cítrico por más de 35 años, desplegó un plan de desarrollo prospectivo para restablecer sus plantaciones, con la variante de la diversificación de los cultivos, desarrollando Fincas Integrales, por lo que resulta imprescindible humedecer la superficie total del suelo, exigencia que no garantiza el sistema actual (riego localizado por goteo) que solo alcanza humedecer las franjas de las hileras de cítricos o frutales.

En los últimos años, el país ha importado varios modelos de enrolladores con aspersores de gran tamaño, con características que pudieran adaptarse a las fincas integrales para garantizar la humedad necesaria en toda la superficie y el perfil del suelo, y de esta forma beneficiar a los cultivos principales de la finca y también a los plantados entre las hileras de los frutales. Estas máquinas presentan una diversidad de particularidades técnicas, las que aún no han sido estudiadas suficientemente. Esto conlleva necesariamente al estudio de los enrolladores para conocer si cumplen con las exigencias técnicas actuales y si

presentan ventajas o desventajas, en relación con otros métodos de riego vigentes en este sistema de producción agrícola (Montero *et al.*, 2009).

Por lo antes expuesto, este trabajo se realizó con el objetivo de estudiar el efecto técnico-económico del riego con aspersor de largo alcance (enrolladores), con la actual (riego localizado por goteo) en los cultivos asociados en la Finca Integral de Frutales "Sandoval", mediante evaluaciones de campo, que permitan demostrar la viabilidad de la técnica de regadío de referencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la finca "Sandoval" ubicada en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "24 de Febrero" de la Empresa Cítricos Ceiba, provincia de Artemisa situada en las coordenadas 335450 de Latitud Norte y 335100 Longitud Oeste, a una altitud sobre el nivel medio del mar de 41,0 m, en el periodo comprendido de enero a agosto del año 2010, en un área establecida con dos años de plantada con aguacate (*Persea americana* Mill, variedad Julio) a una distancia de plantación de 7 x 6 m y guayaba (*Psidium guajava* L., variedad enana E.E.A 18-40), plantadas a 7 x 2 m, intercaladas entre las plantas de aguacate.

El suelo donde se realizó el estudio es Ferralítico Rojo Típico del género Eútrico (Ferralsol Ródico, según la clasificación World Reference Base (WRB, 2006)), con topografía llana.

En la Tabla 1 se muestran las propiedades hidrofísicas del suelo, se consideraron el: límite superior de humedad (LSH), y densidad aparente (D_a), tomadas de Cid (2010), mientras que la velocidad de infiltración (V_{inf}) en fue tomada de Feyt (1984).

TABLA 1. Caracterización de las propiedades hidrofísicas

Profundidad (cm)	Capacidad de campo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)	Densidad aparente ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	Velocidad de infiltración ($\text{mm} \cdot \text{hr}^{-1}$)
0-20	0,374	1,11	52
20-40	0,413	1,2	
40-60	0,408	1,2	

En la determinación de los elementos químicos de la fertilidad del suelo (Tabla 2), se establecieron dos muestras en cada tratamiento a una profundidad de 0-30 m a partir de submuestras tomadas mediante el método de la diagonal. Los análisis se realizaron en el laboratorio del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), siguiendo los métodos analíticos en el *Manual de*

técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos (2007).

Para la interpretación del contenido de los elementos químicos en el suelo se utilizaron los procedimientos de Paneque (2001), donde se observa que los valores del contenido de Sodio (Na) es muy bajo, los valores del potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son bajos, mientras que la materia orgánica, se considera que tiene un contenido medio, el fósforo (P) resulta ser el

elemento con contenido evaluado de alto y el pH es ligeramente alcalino. Estos análisis muestran que el sustrato presenta aceptables condiciones para la siembra de los frutales; sugiriendo realizar

aportaciones de nutrientes según las recomendaciones de los Instructivos Técnicos de los Frutales aguacate (1997a) y guayaba, (1997b).

TABLA 2. Resultados de los elementos químicos de fertilidad del suelo

Técnica	cmol·kg ⁻¹			Mg·kg ⁻¹		%	-
	Na	K	Ca	Mg	P	MO	pH
Enrollador	0,04	0,26	11,5	3,87	47	3,05	7,2
Localizado	0,05	0,28	14,6	3,25	44	3,43	7

Las precipitaciones fueron medidas a través de un pluviómetro ubicado en el área experimental, y los valores de evapotranspiración de referencia (ET_o) se tomaron del *Estudio agroclimático (Eto)* (2010), del Instituto de Meteorología. La humedad del suelo se determinó a través de la tensión matricial del mismo, registrada con tensiómetros a la profundidad de 0,30 m.

Los métodos de riego empleados fueron la aspersión con un enrollador de la marca Valducci, con tuberías de diámetro de 100 mm y una longitud de 300 m, aspersor Komet modelo Twin 160, con boquilla de diámetro 25 mm, y un gasto de 47,03 m³·h⁻¹, la presión de trabajo medida a la entrada de la máquina fue de 440 kPa y riego localizado por goteo con laterales de tubería de PEBD de 20 mm con goteros integrados autocompensantes de 2,2 L·h⁻¹ espaciados a 0.65 m y longitud promedio de 280 m, el riego se realizó a un intervalo fijo de 48 horas y dosis neta parcial de 38,5 m³·ha⁻¹

Para ambas técnicas se determinó el coeficiente de uniformidad (C.U), según la metodología propuesta por los procedimientos de la norma ISO 8224 – 1 (INTERNATIONAL STANDARD, 2003) para los enrolladores y la de (Merriam y Keller, 1978) para el riego localizado, donde se tienen valores de coeficiente de uniformidad de 81,12% para el enrollador y 23,3%, para el riego localizado.

Las cosechas de los cultivos se realizaron en los meses de julio y agosto del 2010, en el aguacate cuando los frutos alcanzaron el máximo desarrollo biológico, mientras que en la guayaba durante el período pico de cosecha y el boniato cuando había concluido su ciclo biológico, coincidiendo con los demás cultivos en el mes de agosto.

Para la realización del experimento se utilizó un diseño muestral con un área de 0,44 ha para cada tratamiento, se trazaron en cada caso dos diagonales cruzadas y sobre las mismas se seleccionaron de forma aleatoria 20 plantas para el aguacate y 15 plantas para la guayaba evitando los efectos de borde. Los tratamientos consistieron en: a) *Riego por aspersión con cañón de largo*

alcance (enrollador) y b) *Riego localizado por goteo*.

Los datos fueron procesados estadísticamente mediante comparación de medias independientes a partir de la prueba de T-Student con el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS. PLUS 5.0.

En el análisis económico se asumieron los procedimientos metodológicos referidos por Pérez y Álvarez, (2005) estableciendo la comparación entre los tratamientos estudiados. Los indicadores económicos utilizados fueron el valor de la producción (V.P), la utilidad neta o beneficio neto (B.N), la relación beneficio-costo, la rentabilidad de la inversión, así como, el período de recuperación de la inversión.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El comportamiento de los indicadores económicos estudiados se muestran en la Tabla 3, como se puede observar el valor de la producción fue superior en el tratamiento con el riego por aspersión obteniendo valores de 12294.85 peso·ha⁻¹, respecto a los conseguidos en el riego localizado por goteo de 6552.26 peso·ha⁻¹, mostrando una diferencia de 5742.59 peso·ha⁻¹ de incremento en el riego por aspersión. Este aumento es producto a que los rendimientos del aguacate y guayaba fueron superiores en el tratamiento donde los cultivos aprovecharon el agua aplicada tanto en el follaje como la humedad del suelo producida por el abanico del chorro del aspersor de largo alcance, además de los ingresos aportados por el cultivo del boniato que cubrieron el área entre las hileras de los frutales. Similar comportamiento fue expresado por el indicador relación beneficio neto - costo de producción en el riego por el enrollador, con valor de 0.72 peso·peso⁻¹, respecto al 0.22 peso·peso⁻¹ alcanzado con la asociación en el riego por goteo.

Otro indicador económico que muestra que la producción fue estimulada por el aspersor de largo alcance es el referido por la Rentabilidad de la Inversión pues obtuvo el valor más alto con 1.51

peso·peso⁻¹, comparado con el alcanzado por el riego localizado por goteo con 0.45 peso·peso⁻¹. El período de recuperación de la inversión, reportó un resultado importante en la comparación de los tratamientos con los resultados obtenidos, indicando que en 0,7 años se recupera la inversión de riego con el enrollador, mientras que para el localizado sería necesario 2,2 años. Los análisis de la valoración económica en este estudio muestran, que existe una viabilidad económica en la gestión productiva que permite proyectar la posibilidad de la introducción del

riego por aspersión con cañones de largo alcance (enrolladores), para el riego de las Fincas Integrales de Frutales, con el objetivo de garantizar la demanda hídrica de los cultivos y la obtención de mayores rendimientos por unidad de superficie con la posibilidad de la siembra de cultivos de ciclo corto intercalados en las calles alternas entre las hileras de los frutales. Además esta técnica por su característica de demandar poca fuerza de trabajo, se ajusta a las exigencias de estas entidades productivas.

TABLA 3. Comparación de indicadores económicos del rendimiento en los tratamientos estudiados

INDICADORES	RIEGO LOCALIZADO GOTEO	RIEGO ASPERSIÓN ENROLLADOR
Valor de la producción, peso·ha ⁻¹	6552.26	12294.85
Costo de producción, peso·ha ⁻¹	5375.44	7140.20
Costo de riego, peso·ha ⁻¹	1520.80	1611.30
Costo de la inversión de riego, peso·ha ⁻¹	2636.45	3402.75
Relación Costo riego/Costo producción (%)	28.3	22.6
Utilidad neta, peso·ha ⁻¹	1176.84	5154.65
Relación Beneficio neto / Costo producción, peso·peso ⁻¹	0.22	0.72
Rentabilidad de la inversión, peso·peso ⁻¹	0.45	1.51
Período recuperación inversión (años)	2,2	0,7

CONCLUSIONES

Los mayores beneficios económicos de la asociación de cultivos en la Finca Integral de Frutales “Sandoval” se alcanzaron con la técnica de riego del enrollador, con aspersor de largo alcance, independientemente de mostrar los mayores costos influenciados por los

indicadores (salario, costos de energía y lubricantes).

El riego con enrolladores brinda la posibilidad de sembrar cultivos de ciclo corto intercalados entre las hileras de frutales permitiendo un incremento del rendimiento total de la asociación de cultivos, resultando que la utilidad neta sea superior a la del localizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CID, L. G.: *Informe Parcial del Proyecto Sim 16150510 del PNCT., Cambios Globales: Propiedades físicas e hidrofísicas de algunos suelos cubanos*, 20pp IAgri, 2010.
2. *Estudio agroclimático (Eto)*: Instituto de Meteorología, La Habana, 2010.
3. FEYT, J. L.: *Proyecto de Explotación*, 125pp., Empresa Cítricos Ceiba, La Habana, 2009.
4. *Fincas integrales de frutales*: Ministerio de la Agricultura, IIFT, Boletín Informativo, 10pp., La Habana, 2009.
5. *Instructivo técnico del aguacate*: Ministerio de la Agricultura, 36pp., CIDA, La Habana, 1997

6. *Instructivo técnico de la guayaba*: Ministerio de la Agricultura, 39pp., CIDA, La Habana, 1997
7. ISO 8224-1: 5. *INTERNATIONAL STANDARD, ISO 8224-1, Part. 1, Operational characteristics and laboratory and field test methods, 38pp., Second edition, Vig. 2003.*
8. *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos*: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana, 2007.
9. MERRIAM, J. L. and J. KELLER: *Farm irrigation systems evaluation*, 235pp., A guide for management, UTAH, State University, USA, 1978.
10. MONTERO L, M. DOMÍNGUEZ, E. JIMÉNEZ, R. CUN, R. PÉREZ y O. SARMIENTO: *Estudio técnico-económico de la tecnología de riego con aspersor viajero sectorial en el cultivo del plátano*, 26pp., Informe de investigación científica, Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, MINAG, Cuba, 2009.
11. PANEQUE, V. M.: *La fertilización de los cultivos aspectos teóricos prácticos para la recomendación de fertilizantes*, pp. 8-15, Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, INCA, Cuba, 2001.
12. PÉREZ, R y M. ÁLVAREZ: *Necesidades de riego de la caña de azúcar en Cuba*, 244pp., Capítulo 7, Editorial Academia, La Habana, Cuba, 2005.
13. *World Soil Resources: World reference base for soil resources*, 128pp., WRB, IUSS, Working Group, Reports No. 103, Rome, FAO, Rome, 2006.

