

ARTÍCULO ORIGINAL

Tecnología para el riego en viveros de frutales y forestales

Technology for the irrigation in nurseries of fruit-bearing and forest

Pedro Guerrero Posada¹, Camilo Bonet Pérez¹, Dania Rodríguez Correa¹ y Ricardo Jiménez Lobato¹

RESUMEN. Se presenta el diseño y evaluación de un sistema de riego por aspersión de producción nacional para su empleo en viveros de frutales y forestales. El prototipo del sistema ha sido probado en un vivero localizado en la Escuela de Capacitación del Ministerio de la Agricultura en la provincia de Camagüey al cual se le realizaron evaluaciones hidráulicas, operacionales y económicas con el objetivo de conocer sus posibilidades de aplicación en gran escala. Los resultados indican que el sistema es de fácil operación y compatible con el riego de plantas forestales en la fase de vivero, la inversión requerida es menor al 40% de la necesaria para sistemas de riego importados con el mismo objetivo, en tanto los gastos de explotación son ínfimos. Los valores de uniformidad y eficiencia de aplicación alcanzaron el 82% y el 76% respectivamente, resultados calificados de satisfactorios en la literatura especializada, siendo la calidad del riego evaluada de buena. Los resultados obtenidos así como la disponibilidad de los accesorios necesarios confirman que es posible generalizar el uso de estos sistemas de riego en viveros forestales de todo el país.

Palabras clave: Irrigación, posturas, producción nacional.

ABSTRACT. It is presented the design and evaluation of a sprinkler irrigation system of national production for their employment in fruit and forest nurseries. The prototype of the system has been proven in a nursery located in the School of Training of the Ministry of the Agriculture in Camagüey province which was carried out hydraulic, operational and economic evaluations with the objective of knowing its application possibilities in a widespread way. The results indicate that the system is of easy operation and compatible with the irrigation of forest plants in the nursery phase, the required investment is smaller to 50% of the necessary one for irrigation systems cared with the same objective, at the same time the expenses of exploitation are tiny. The values of uniformity and application efficiency reached 82% and 76% respectively, these results are qualified of satisfactory in the specialized literature, being the quality of the irrigation evaluated of good. The obtained results as well as the readiness of the necessary accessories confirm that it is possible to generalize the use of these irrigation systems in forest nurseries of the whole country.

Keywords: Irrigation, postures, national production.

INTRODUCCIÓN

El riego de viveros destinados a la producción de árboles forestales y frutales requiere de sistemas de riego adecuados a los requerimientos de estas unidades productivas, o sea, capaces de garantizar normas de riego pequeñas y frecuentes, así como poseer la capacidad de ajustarse a las demandas variables que suelen presentarse debido a la variación constante en el número de canteros a regar.

Los sistemas de riego por aspersión de baja o media presión son generalmente adecuados para esta tecnología de producción, y de hecho continúan siendo los más utilizados en el mundo para ese fin.

En Cuba se han utilizado diferentes alternativas de sistemas de riego, generalmente concebidos para otros usos y adaptados al riego de los viveros.

Considerando el incremento de los programas de desarrollo de forestales y frutales, resulta de particular interés el

Recibido 10/10/10, aprobado 30/01/12, trabajo 07/12, artículo original.

¹ Investigador, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Teléfono: 32 252305 32-282013 (Ext. 163), E-mail: maquinaria@eimagnet.co.cu, cciagricc@ciget.cu.

lograr un sistema de riego capaz de responder a esta demanda, y fundamentalmente que no dependa de grandes inversiones.

Objetivo: El presente trabajo tiene como objetivo diseñar y evaluar un sistema de riego de producción nacional capaz de adecuarse al riego de viveros de plantas forestales y frutales, de manejo sencillo y bajo costo.

MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca “Los Camilitos”, de la Agricultura Suburbana del municipio de Camagüey, perteneciente a la CCS Renato Guitart, en el vivero destinado a la producción y reproducción de plantas, entre ellas, las posturas para pie de injerto (patrón), planta injertada, y estacas enraizadas.

Para la realización del trabajo se seleccionó un vivero de tamaño pequeño, teniendo en cuenta los factores ecológicos

y económicos que influyen en el sitio, con un área de 0,05 ha (500 m²), el tamizado de suelo se realizó en el mismo lugar de forma manual, con aplicación de herbicidas, la mezcla utilizada fue de 90% de suelo y 10% de cachaza, utilizándose 64,22 m³ de tierra tamizada.

Los envases utilizados fueron bolsas de polietileno negro de 50 micrones de espesor, 10 cm de diámetro y 18 cm de alto, lo que da una capacidad aproximada de 1 400 mL, con cuatro agujeros en el fondo para el drenaje, dos por cada lado con 60 mm de distancia entre ellos, a 35 mm de los laterales y a 25 mm del fondo, medidas desde el centro de las perforaciones.

Se construyeron canteros de 20 m de largo por un metro de ancho, con 3 380 bolsas, quedando colocadas en forma vertical y su costura en el sentido del eje largo del cantero, en hileras definidas con un número fijo de bolsas de 13 por almácigas de un metro de ancho, lográndose un 100% de cobertura del área formada por 19 canteros (MINAG, 1986) (Figura 1).

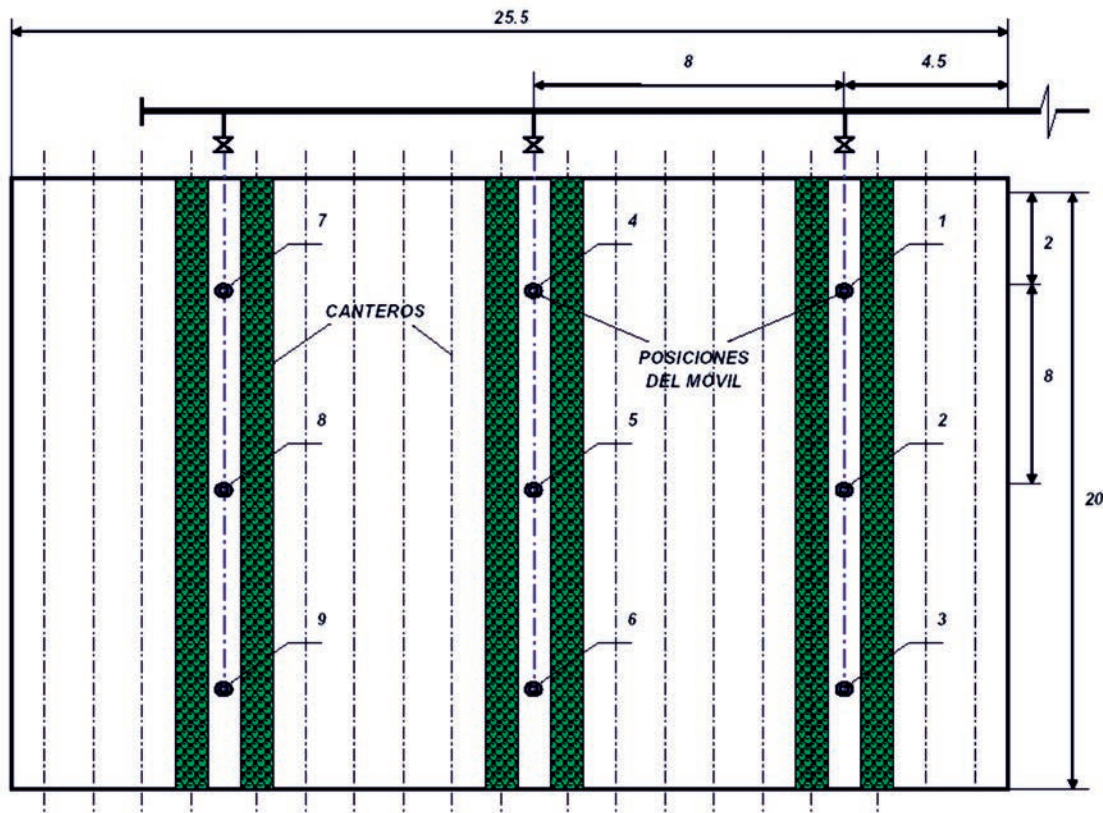


FIGURA 1. Área del vivero.

Se diseñó un sistema de riego “SAM Camagüey” (Figura 2), por aspersión de baja intensidad, de bajo costo de producción, que consta de una conductora principal de PEBD ϕ 50 mm (40 m.c.a. debe decir PN4) con tres hidrantes, un carro porta aspersor, emisor de impacto del tipo PR-14 (una boquilla) con boquilla de 3,5 mm acoplado a una manguera de 16 mm con soporte de tracción manual.

En la Tabla 1 se presentan los parámetros de diseño del sistema, la relación de los componentes del sistema de riego y su costo se reflejan en la Tabla 2 y algunas imágenes del

sistema en la Figura 3.

Para la evaluación se seleccionó previamente un lugar representativo de las condiciones medias del área, seguidamente se estabilizó la presión en el aspersor seleccionado a 25 m.c.a. (establecida según el diseño), comprobando la misma con un manómetro de glicerina (Mondragón de 0 a 60 m.c.a); una vez logrado esto se midió la presión del aspersor seleccionado y posteriormente en cada una de las posiciones acoplada por el móvil de los hidrantes del sistema.

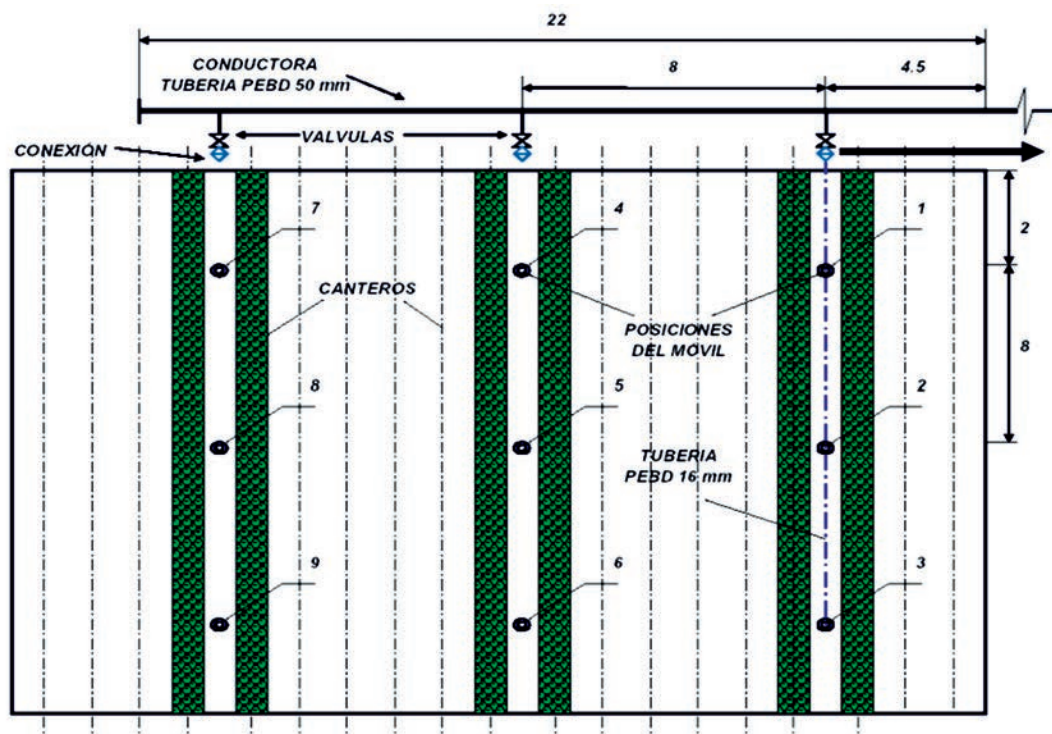


FIGURA 2. Esquema del Sistema de riego "SAM Camagüey".

TABLA 1. Parámetros de diseño del sistema "SAM Camag

Datos de diseño	UM	Cantidad
Nº de emisores	u	1
Gasto del emisor	L/s	0,17
Alcance del chorro	m	8
Altura del emisor	m	1,0
Espaciamiento entre hidrantes	m	8
Presión mínima requerida por el emisor	m.c.a	25,0

TABLA 2. Componentes del sistema de riego "SAM Camagüey"

Elementos	U	Cantidad	Valor unitario			
			CUC	MN	CUC	MN
Collarín TS 50 x ¾	uno	3	0,2138	1,0080	0,6414	3,024
Machón ¾	"	3	0,3037	0,5003	0,9111	1,5009
Niple ¾	"	1	0,1952	0,6081	0,1952	0,6081
Válvula ¾	uno	3	13,3654	0,0339	40,0962	0,1017
Enlace º/ acople rígido 1"	uno	3	0,4436	1,7493	1,3308	5,2479
Enlace 16 mm	"	3	0,0178	0,0767	0,0534	0,2301
Tapón final Ø 50 mm	"	1	1,3572	1,3052	1,3572	1,3052
Tubería PEBD 16 mm	m	18	0,1119	0,0182	2,0142	0,3276
Tubería PEBD 50 mm	"	30	1,1158	0,1992	33,474	5,976
Elevador ¾ x 0,70m	"	1	1,5723	2,2882	1,5723	2,2882
Carro porta aspersor	uno	1	-----	19,80	-----	19,80
Emisor	"	1	0,350	3,726	0,350	3,726

Fuente: Departamento Comercial IAgric.

Se determinó el alcance del chorro mediante medición directa en cuatro direcciones y promediando los resultados; para calcular el gasto real del aspersor se utilizó el método volumétrico, se realizaron varias repeticiones para eliminar errores de medición empleando una probeta graduada a escala de un mililitro (mL) y un cronómetro.

Se colocó una red de 25 recipientes pluviométricos, posicionados en el vivero a una equidistancia de 2 m ocupando 64 m² referido al marco de 8 m x 8 m, lo cual resulta en un área específica de 2,56 m² por recipiente, valor aceptable de acuerdo a la bibliografía especializada (Tarjuelo, 2005).



FIGURA 3. Imágenes del sistema de riego SAM Camagüey.

La velocidad del viento se midió de manera sistemática durante el desarrollo de la evaluación del sistema, realizando la observación a la altura de un metro en correspondencia con la altura del aspersor, en cada evaluación. Las mediciones se realizaron con un anemómetro digital (TECPEL AVM-702).

El rango de velocidad del viento en que se realizó la primera evaluación fue de 0,0-3,6 km/h (0,0 a 1,0 m/s) y la segunda evaluación se realizó con un rango de velocidad de 10,8-25,2 km/h (3,0 a 7,0 m/s).

Para conocer el comportamiento de la calidad del riego y sustentar criterios para el manejo, la explotación y condiciones de funcionamiento del sistema se evaluaron los principales parámetros empleados en los procedimientos de evaluación en el campo que se refiere a continuación:

- Gasto del emisor. (Q) (Método volumétrico);
- Uniformidad de distribución del emisor (UD) (Merriam & Keller, 1978);
- Uniformidad de distribución del sistema (UD_s) (Keller & Bliesner, 1990);
- Coeficiente de uniformidad de Christiansen (CU) (Christiansen, 1942);
- Coeficiente de uniformidad del sistema (CU_s) (Keller & Bliesner, 1990);
- Eficiencia de descarga (Ed) (Merriam & Keller, 1978);

- Coeficiente de variación de caudales (CV_Q) (Bralts & Kesner, 1998);
- Área regada de manera efectiva (K) (García *et al.*, 1977).

Se realizaron observaciones sobre el manejo del sistema y su compatibilidad con los requerimientos de riego del vivero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El alcance del chorro resultó de 10,2 m. El aforo volumétrico efectuado a la presión de trabajo del emisor indicó un resultado de 0,165 L/s, o sea, el 97% del gasto teórico, resultado que puede considerarse satisfactorio.

A partir del diseño del sistema de riego se determinaron los caudales a entregar en cada posición, siendo la desviación típica del caudal obtenida de 3,7%, excelente según la clasificación de Bralts & Kesner (1998), lo cual es un reflejo de una alta uniformidad de entrega del aspersor, resultado de un satisfactorio diseño hidráulico del sistema de riego.

Según lo planteado por Tarjuelo *et al.* (1995) los vientos se pueden clasificar como: viento bajo de 0-1,9 m/s (0-7 km/h); viento medio de 2,0-3,6 m/s (8-13 km/h); viento alto más de 3,6 m/s. Los predominantes en la primera evaluación se pueden clasificar como vientos bajos de 0-3,6 km/h, y los presentes en la segunda se pueden clasificar como vientos medios a altos de 10,8-25,2 km/h.

Los resultados obtenidos con bajas velocidades del viento son favorables, obteniéndose parámetros evaluados como aceptables (Tabla 3), sin embargo estas velocidades del viento no son las predominantes durante las horas del día en el país.

TABLA 3. Parámetros de calidad del riego

Parámetros		Velocidad del Viento	
		< 1 m/s	> 1 m/s
UD	(%)	78	65
UD _s	(%)	76	63
CU	(%)	84	76
CU _s	(%)	82	74
Ed	(%)	76	68
K _{efec}	(%)	70	60

Se observa el comportamiento de la Uniformidad de Distribución (UD), el Coeficiente de Uniformidad (CU) (tanto del emisor como el sistema) y la Eficiencia de descarga (Ed).

Durante la evaluación realizada con baja velocidad del viento, los resultados de la UD (78%) son aceptables según el criterio de Merriam & Keller, (1978); mientras la UD_s se refleja muy similar a UD debido a la poca variación de presión del aspersor. Resultado similar se obtiene en cuanto al CU del emisor según Christiansen (1942) y del sistema empleando el criterio de Keller & Bliesner (1990). Respecto a la Ed, Tarjuelo (2005) plantea que para esta técnica la eficiencia debe comportarse entre el 70 % y 80%, por lo que los resultados reflejan valores aceptables.

Respecto al criterio de K_{efec} que refleja la proporción del área que recibe una norma entre el 75 y el 125% de la media, se obtiene un valor aceptable para bajas velocidades del viento.

Al incrementarse la velocidad del viento los parámetros de calidad del riego se distorsionan completamente, obteniéndose valores inaceptables para la UD, UD_s, E_d y K_{efec}, mientras que los parámetros de CU y CU_s los resultados se clasifican como aceptables aunque resultan menores que los obtenidos con bajas velocidades del viento.

La operación del sistema de riego se realiza de forma manual aprovechando las facilidades que brinda el carro porta aspersor, se ubica el mismo en la posición adecuada para el

riego de los canteros durante el tiempo estimado para satisfacer las necesidades hídricas de las posturas, y posteriormente se traslada el carro a la nueva posición. Teniendo en cuenta el alcance del emisor empleado y la longitud de los canteros, se utilizan dos puestas del emisor para el riego de una posición.

La altura del emisor evita la intercepción del chorro por el follaje de las posturas, por lo cual estas no se ven afectadas por la presión del agua.

El sistema funciona de forma semi estacionaria a partir de una conductora fija y laterales y emisores móviles, lo cual facilita su adecuación a distintas dimensiones de viveros; no obstante, se recomienda no utilizar longitudes de canteros mayores de 25 m, aunque en caso necesario podrían hacerse empleando laterales de 25 mm en lugar de los de 16 mm utilizados en esta evaluación.

Durante la evaluación del sistema se observó que su manejo es relativamente sencillo y se adecua a las necesidades del riego en viveros frutales y forestales, pudiendo en caso necesario emplearse otros emisores de características distintas, a partir de necesidades específicas, como diferentes radios de humedecimiento, nivel de pulverización del chorro, ángulo de salida; además, las características del sistema le permiten adaptarse a diferentes condiciones de longitud y ancho de canteros, tamaño de bolsas, altura del cultivo, etc. La operatividad del sistema es relativamente sencilla y no requiere preparación especial.

El costo del sistema se encuentra alrededor de 125.00 pesos (incluidos 80 CUC), y los gastos de operación son relativamente bajos, pudiendo el personal vinculado a esta actividad alternar con otras funciones durante el tiempo de aplicación del riego. Resulta significativo que los componentes del sistema, con excepción del emisor, son de producción nacional; disponiéndose en la actualidad de más de 3 000 carros porta aspersores en la Empresa Cítricos Sola del MINAG, que se encuentran sin valor de uso.

CONCLUSIONES

- El sistema de riego “SAM Camagüey” es capaz de garantizar un riego satisfactorio en viveros de forestales y frutales, con una operación sencilla y un bajo costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRALTS, M.D. & L.W. Kesner: *Manufacture variation and drip Irrigation uniformity*, ASAE, USA, 1998.
- CHRISTIANSEN, J. E.: *Irrigation by Sprinkling*; Bulletin No. 670, Agricultural experiment station, University of California, USA, 1942.
- GARCÍA, E. “Metodología para la evaluación hidráulica de aspersores”, Científica del ISP “José Antonio Echeverría”, La Habana, *Ingeniería Hidráulica*, 3: 103-117, 1977.
- KELLER, J. & D. BLIESNER: *Sprinkle and trickle irrigation*, 652pp., Van Nostrand Reinhold. New York, 1990.
- MERRIAN, J. L & J. KELLER: *Farm irrigation system evaluation: A guide for management*. Dept. Agric. Irrig., Utah St. Univ., Logan, Utah, USA, 1978.
- NRAG. 326: *Vivero Forestal, Posturas en bolsas y a raíz desnuda. Atenciones culturales (Norma)*, Vig. 1986.
- TARJUELO, J. M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, 492 pp., Editorial Mundi Prensa, Madrid, España, 2005.
- TARJUELO, J. M.; P. CARRIÓN y M. VALIENTE: “Simulación de la distribución del riego por aspersión en condiciones de viento”, *Inv. Agr. Prod. Prot. veg.*, 9(2): 255-272, 1995.