

**ARTÍCULO ORIGINAL**

# Influencia del riego con aspersor de largo alcance y diferentes boquillas sobre el rendimiento del plátano CEMSA $\frac{3}{4}$ en sistema de plantación extradenso

## *Influence of the sprinkler Irrigation of long reach and different nozzle on the yield the banana CEMSA $\frac{3}{4}$ in extra dense plantation system*

Lorenzo Montero San José<sup>1</sup>, Esequiel Jiménez Espinosa<sup>1</sup>, Reinaldo Cun González<sup>1</sup>, Miguel Domínguez González<sup>2</sup> y Pedro A. Delgado Delgado<sup>3</sup>

**RESUMEN.** El trabajo se realizó en la Unidad de Desarrollo Científico Técnico del Instituto de investigaciones de Ingeniería Agrícola. “Pulido”, Alquízar, provincia Artemisa, sobre un suelo Ferralítico Rojo Compactado. Se realizaron evaluaciones en condiciones de campo con las boquillas de 18 y 22 mm, con el propósito de conocer la influencia del riego con el aspersor de largo alcance modelo AA70 TG 280 sobre el rendimiento del plátano vianda, con el sistema de plantación extradenso. Los volúmenes de agua en el suelo, no provocaron cambios significativos en el rendimiento de la variedad CEMSA  $\frac{3}{4}$ , por lo que cualquiera de las boquillas estudiadas puede ser utilizada, con la dosis de riego aplicada. Con relación al rendimiento expresado en masa del racimo-planta<sup>-1</sup> se obtuvieron valores de 10,50 kg con la boquilla de 18 mm y 10,71 kg con la boquilla de 22 mm que representan un rendimiento de 36,70 t·ha<sup>-1</sup> y 37,48 t·ha<sup>-1</sup> respectivamente, con un rendimiento promedio estimado de 37,10 t·ha<sup>-1</sup>, con dosis total de riego de 9750 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** humedad, intensidad, aspersión.

**ABSTRACT.** The work was carried out in the Unit of Development Technical Scientist of the Agricultural Engineering Research Institute in Pulido, Alquízar, Artemisa province, on a Rhodic Ferrasol soil. It were carried out evaluations field conditions with the nozzle of 18 and 22 mm, with the purpose of knowing the influence of the sprinkler irrigation the long reach, model's AA70 TG 280 on the yield of the banana, with the extra dense plantation system. The volumes of water in the soil, didn't cause significant difference on the yield of the variety CEMSA  $\frac{3}{4}$ , for what anyone of the studied nozzle can be used, with the applied irrigation dose. With relationship to the yield expressed in mass of bunch.plant<sup>-1</sup> were obtained values of 10,50 kg with the nozzle of 18 mm and 10,71 kg with the nozzle of 22 mm that represent a yield of 36,70 t·ha<sup>-1</sup> and 37,48 t·ha<sup>-1</sup> respectively, with a yield average of 37,10 t·ha<sup>-1</sup>, with dose total the water of 9 750 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Humidity, intensity, sprinkler.

## INTRODUCCIÓN

El plátano representa el cuarto cultivo más importante del mundo, es considerado un producto básico y de exportación,

constituyendo una importante fuente de ingreso en numerosos países en desarrollo (Infoagro.com, 2008).

Con el propósito de lograr un incremento en la producción de este cultivo se han ido mejorando las prácticas fitotécnicas, en el

**Recibido** 14/04/11, aprobado 20/07/12, trabajo 18/12.

<sup>1</sup> M.Sc., Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera de Fontanar, km 2½ Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, Tel. (53) (7) 645-1731; 645-1353, e-mail: lorenzo@iagric.cu

<sup>2</sup> Dr.C., Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.

<sup>3</sup> Ing., Esp., Empresa Cítrico Ceiba, Municipio Caimito, Provincia de Artemisa, Cuba.

Colaborador: Dr.C., Inv., Ricardo Pérez Hernández, a quien se le agradece su participación en la investigación.

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

cual juega un papel fundamental la introducción de nuevos clon de alto rendimiento. Sin embargo, los resultados aún distan mucho del potencial productivo de estas especies (Martínez, 1984), por otra parte es de suma importancia para el crecimiento y desarrollo normal de este cultivo, constar con suficientes volúmenes de agua, además del conocimiento y aplicación de un régimen de riego adecuado, que junto a las demás labores garanticen la obtención de rendimientos satisfactorios (Montero *et al.* 2009).

El riego por aspersión es uno de los métodos más empleados en la aplicación artificial del agua a los plátanos, ubicado entre los que mejores admiten la mecanización y automatización. En los últimos años el país ha importado varios modelos de enrolladores con aspersores de gran tamaño, con una amplia diversidad de particularidades técnicas, las cuales no han sido estudiadas detalladamente, en su interrelación con el medio ambiente. Para el manejo del riego a los productores es necesario, conocer si los enrolladores 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, así como la adecuada explotación de estas máquinas.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, este trabajo se realizó con el objetivo de determinar el efecto del riego sobre el rendimiento del plátano, en la variedad CEMSA ¾, mediante el empleo de un aspersor de largo alcance y combinaciones de boquillas (18 y 22 mm) plantado en sistema extradenso sobre un suelo Ferralítico Rojo Compactado.

## MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad de Desarrollo Científico Técnico (UDCT) del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, ubicada en la localidad de "Pulido" Alquízar, provincia Artemisa, situada en los 22° 46' 48,76" de latitud Norte, y 82° 36' 0,36" de Longitud Oeste y una altitud de 8 m sobre el nivel del mar.

El suelo sobre el cual se ejecutó el estudio es Ferralítico Rojo Compactado (Nitisol Ródico Eútrico Arcilloso según la clasificación World Reference Base (WRB, 2006)), con topografía llana.

Las propiedades hidrofísicas del suelo fueron reportadas por Pérez *et al.* (2007) las mismas se muestran en la Tabla 1. Las determinaciones realizadas fueron: LSH: límite superior de humedad, Da: densidad aparente, PMP: punto de marchites permanente y porosidad entre las partículas del suelo.

**TABLA 1. Caracterización de las propiedades hidrofísicas**

Prof. (cm)	LSH (% PSS)	Da (g·cm <sup>-3</sup> )	PMP. (%)	Porosidad (%)
0-10	33,9	1,17	22	43
11-20	34,1	1,22	22,8	45
21-30	34,1	1,22	22,9	46
31-40	34,3	1,20	23,1	49
41-50	34,3	1,20	23,1	53
51-60	34,3	1,20	23	53

Se determinaron los elementos de fertilidad química del suelo antes de la plantación. Se tomaron seis muestras a una profundidad entre 0,30 y 0,40 m, mediante el método de la diagonal. Los análisis se realizaron en el laboratorio del Instituto

Nacional de Ciencias Agrícolas, siguiendo los métodos analíticos en el Manual de Prácticas de Laboratorio (INCA, 2007). Los elementos determinados fueron: *materia orgánica, Na, K, Ca, Mg, P, NT y pH*, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.

**TABLA 2. Caracterización de los elementos químico de fertilidad del suelo**

cmol·kg <sup>-1</sup>		mg·kg <sup>-1</sup>		%		-	
Na	K	Ca	Mg	P	MO	NT	pH
0,17	0,80	26,27	5,22	120,53	2,25	0,10	6,9

La interpretación de los resultados de estos análisis se realizó mediante los procedimientos de Paneque (2001), se observa que la materia orgánica y el nitrógeno son los elementos que presentan bajos contenidos en el suelo.

Para atenuar el efecto de los bajos niveles de materia orgánica y nitrógeno en el suelo, en el momento de la plantación se realizó una fertilización de fondo con cachaza (previamente descompuesta) a razón de 4,0 t·ha<sup>-1</sup>, repitiendo la aplicación del material orgánico a los 45 días después de la plantación con dosis de 1,5 t·ha<sup>-1</sup>, a los 4 meses de establecido el cultivo se realizó otra fertilización con fórmula completa (9-13-18) a razón de 0,4 t·ha<sup>-1</sup>.

El área plantada se realizó el 8 de julio del 2008, con plátano de la variedad CENSA ¾, utilizando la tecnología extradenso según MINAG (2004), a una distancia de 1,00 m entre plantas, 2,00 m entre hileras (a doble hilera) y 3,00 m entre calles, formando una densidad de población de 3 500 plantas por hectáreas.

Las precipitaciones se registraron durante los primeros ocho meses del ciclo biológico del cultivo, con un pluviómetro ubicado en la Estación Meteorológica de la Unidad de Desarrollo Científico Técnico (UDCT), próxima al área donde se montó el experimento.

Para determinar la reserva de humedad en el suelo, regado con las boquillas seleccionadas, se realizaron muestreos por el método gravimétrico, a profundidades entre 0 y 0,40 m de 0,10 a 0,10 m.

El método de riego empleado fue por aspersión con desplazamiento mientras se aplica el agua, con un enrollador de la marca OTECH-IRRIMEC, modelo AA70 TG 280 con sistema de propulsión a través de turbina. La manguera tiene una longitud de 220 m y un diámetro de 75 mm. El marco de puesta entre posiciones fue de 31,2 m. para ambas boquillas. Los coeficientes de uniformidad determinados fueron de 82% para la boquilla de 18 mm y 72% para la boquilla de 22 mm. La presión de trabajo a la entrada del enrollador fue de 5,5 bar en todos los casos.

El riego se aplicó con dosis parcial fija de 250 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, calculada para una profundidad de humedecimiento de 0,40 m y un límite productivo de humedad del 85% del límite superior de humedad, aplicada a intervalos variables entre 4 y 7 días en dependencia de la humedad existente en el suelo en cada fase del cultivo.

La cosecha se realizó en los meses de julio-agosto del año 2009, una vez que los frutos verdes alcanzaron el máximo desarrollo biológico.

El experimento fue montado sobre un diseño muestral, y los tratamientos consistieron en:

a) Riego del aspersor con la boquilla de 18 mm. b) Riego del aspersor con la boquilla de 22 mm.

En cada tratamiento se identificaron 20 plantas, se le realizaron las mediciones y evaluaciones de los parámetros del rendimiento según los criterios de Martínez (1984). En el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS. PLUS 5.0.

Se realizaron análisis de varianza y en los casos que existieron diferencias significativas, las medias se compararon a través de la prueba de Tukey HSD, con un nivel de significación del 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los primeros ocho meses de establecido el cultivo, el total de las precipitaciones registradas fue de 846 mm, distribuidas con una frecuencia de 34 ocasiones (Figura 1), los mayores valores de precipitaciones ocurrieron en los meses de julio a octubre, con valor máximo en el mes de septiembre con 389 mm, este valor de precipitación se debe a la ocurrencia de fenómeno atmosférico (ciclón Ike), mientras que los meses menos lluviosos corresponden al período desde noviembre a febrero con valores entre 23,5 y 31 mm. Es de puntualizar que en los primeros cuatro meses de plantado el cultivo, su crecimiento y desarrollo se favoreció con las lluvias.

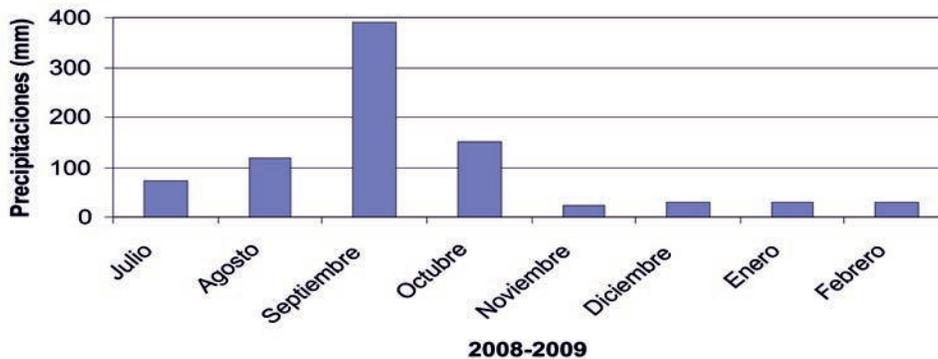


FIGURA 1. Precipitaciones ocurridas durante los primeros ocho meses de la plantación.

Cuando se analizó el contenido de humedad volumétrica en el suelo, durante el periodo comprendido entre los días 22 y 26 de enero, se observa que las curvas de humedad representada por cada boquilla, muestran un comportamiento similar, respecto a las cantidades y movimiento del agua a través del perfil del suelo (Figura 2), los volúmenes de reserva de agua en el suelo estuvieron por encima de  $280 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  en el horizonte de 0 a 0,10 m, mostrándose ligeramente superior con la boquilla de 22 mm con valores de  $283,65 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . En relación a las demás profundidades el contenido de humedad en el suelo fue superior al horizonte de 0 a 0,10 m con valores entre  $308,21$  y  $422,45 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , lo que indica que durante el desarrollo del plátano existió humedad disponible en el suelo para el buen funcionamiento hídrico del cultivo.

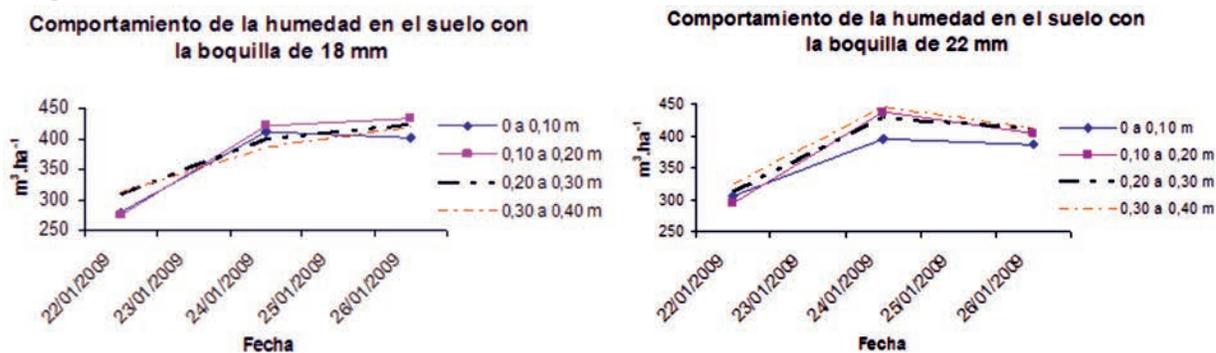


FIGURA 2. Dinámica de la humedad volumétrica en el suelo con las boquillas de 18 y 22 mm.

En la Tabla 3 se resume el número de riego y las dosis de agua aplicada al plátano mediante el las boquillas estudiadas, y se puede apreciar que fueron aplicados 39 riegos con una dosis neta de  $250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para una dosis neta total de riego de  $9\ 750 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , distribuida a intervalos entre 4 y 7 días, en dependencia de la fase del cultivo y los niveles de humedad existente en el suelo. Este régimen de riego, se corresponde al expresado por Doorebos *et al.* (1980), los que plantean que el cultivo de referencia requiere de un suministro de agua abundante y frecuente, pudiendo variar entre 3 y 15 días, dependiendo de la fase del cultivo.

La cantidad de agua aplicada en el riego ( $9\ 750 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), al plátano con el aspersor de largo alcance y las boquillas seleccionadas, resultó ser inferior a las recomendadas en el catálogo de régimen de riego de los cultivos agrícolas según el Instituto Investigaciones de Riego y Drenaje del Ministerio de la Agricultura (IIRD-MINAG, 2004), el cual sugiere dosis de riego netas totales de  $11\ 327 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Con relación a la comparación anterior se puede apreciar en el presente estudio que se alcanzó un ahorro de  $1\ 577 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  de agua con respecto al volumen indicado por el catálogo referido, lo que pudo estar dado al régimen de riego empleado en ambos casos, donde con

el aspersor de largo alcance se aplicó una dosis fija a intervalos variables, mientras que el volumen de agua de riego recomendados por el catálogo (IIRD-MINAG, 2004), están basados a aplicaciones de dosis e intervalos fijos.

**TABLA 3. Régimen de riego aplicado al plátano CEMSA ¾ con el aspersor de largo alcance**

Números de riego	Intervalo de riego (días)	Dosis neta parcial (m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )	Dosis neta total (m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )
39	4-7	250	9 750

Los componentes estudiados en el rendimiento del plátano, regado con el aspersor de largo alcance y las boquillas de 18 y 22 mm, se relacionan en la Tabla 4. Es notable que no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros evaluados. Los resultados expresado en masa del racimo-planta<sup>-1</sup>, muestran que se alcanzaron valores de 10,50 y 10,71 kg con la boquilla de 18 y 22 mm, que representan un rendimiento estimado de 36,70 t·ha<sup>-1</sup> y 37,48 t·ha<sup>-1</sup> respectivamente, y un rendimiento promedio para el enrollador con el aspersor de largo alcance de 37-10 t·ha<sup>-1</sup>, con dosis de agua de riego total de 9 750 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. Estos resultados indican que los volúmenes de agua aplicados con ambas boquillas, no provocaron cambios significativos en el rendimiento de la variedad de plátano CEMSA ¾, por lo que pueden ser utilizadas una u otra boquilla con la dosis de riego empleada. Sin embargo, al comparar los resultados de los componentes del rendimiento con otros estudios realizados anteriormente, bajo las mismas condiciones, pero con métodos de riego diferentes, se comprobó que los rendimientos alcanzados con el enrollador con aspersor de largo alcance fueron evaluados de satisfactorios, según los criterios del MINAG (2004), en las primeras experiencias con la tecnología de extradenso.

Por otra parte, Socarrás y Martínez (1989), en la misma localidad donde se desarrollo el estudio, lograron con la misma variedad una masa en racimo-planta<sup>-1</sup> de 15,64 kg con un rendimiento promedio de 26,27 t·ha<sup>-1</sup> y dosis de agua de 10 818

m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> con el método de riego por aspersión de media presión en sistema de plantación tradicional.

Es importante señalar que en el enrollador con el aspersor de largo alcance, a pesar de obtener una masa menor de racimo-planta<sup>-1</sup>, se alcanzó un rendimiento mayor por unidad de superficie, producto a un mayor número de planta por área, basado en el sistema de plantación extradenso, que tiene como principal característica un marco de plantación más estrecho con mayor densidad de plantas por hectáreas que el tradicional.

**TABLA 4. Componentes del rendimiento del plátano**

Parámetros	Boquillas	
	18 mm	22 mm
Masa promedio del racimo-planta <sup>-1</sup> (kg)	10,50	10,71
Error estándar	0,240 NS	
Masa promedio de la 3ª mano-planta <sup>-1</sup> (kg)	1,95	2,05
Error estándar	0,132 NS	
Número de manos-racimo <sup>-1</sup>	6,32	6,75
Error estándar	0,952 NS	
Número de dedos-racimo <sup>-1</sup> .	39,75	40,45
Error estándar	0,683 NS	
Número de dedos de 3ª mano	6,75	6,91
Error estándar	0,965 NS	

## CONCLUSIONES

- El riego con el aspersor de largo alcance en la variedad de plátano vianda CEMSA ¾, influyó positivamente y esto lo demuestra el rendimiento promedio alcanzado de 37,48 t·ha<sup>-1</sup>, similares a los obtenidos en la misma área con otra técnica de riego.
- La dosis de agua de riego aplicada a la variedad de plátano CEMSA ¾, con las boquillas de 18 y 22 mm, manifestaron análogos comportamientos en la humedad en el suelo sin que se incitaran diferencias significativas en el rendimiento del cultivo, lo que expone la factibilidad de utilizar cualquiera de los diámetros estudiados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOORENBOS, J. & A. H. KASSAM: *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*, 212pp., Estudios FAO Riego y Drenaje No 33. Roma. Italy. 1980.
- IIRD-MINAG: *Reglamento para la organización, operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje*, 54pp., Ed. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2004.
- INCA: *Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos*, 88pp., Ed. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Laboratorio de Agroquímica, Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, 2007.
- INFOAGRO.COM: *El cultivo del plátano [en línea]*, Disponible en: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/platano.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm) [Consulta: 18 de julio del 2008].
- MARTÍNEZ, V. R.: "Régimen de riego del plátano fruta (Mussa AAA)" *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, 7(1): 43-53, 1984.
- MINAG: *Tecnología del futuro: Una nueva concepción en la producción de plátano fruta y vianda en Cuba*, 16pp., segunda versión, Ed. Grupo Técnico de Biofábricas y Plátano, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2004.
- MINAG: *Instructivo técnico para el cultivo del plátano*, 109pp., Ed. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1985.
- 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, Ed. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2009.
- PANEQUE, P. V.M.: La fertilización de los cultivos. Aspectos teórico prácticos para su recomendación, 27pp., Ed. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Lajas, La Habana, Cuba, 2001.
- PÉREZ, R., E. JIMÉNEZ, L. MONTERO, O. SARMIENTO y J. GUZMÁN: *Estudio de diferentes estrategias de manejo del agua mediante el riego superficial tecnificado en el cultivo de la papaya, variedad Maradol Roja, plantada con el sistema extradenso*, 30pp., Informe de Investigación Científica, Ed. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2007.
- SOCARRÁS, F. G. y R. MARTÍNEZ: "Evapotranspiración real del plátano Vianda CEMSA ¾ (Mussa aaB, subgrupo Plantains)", *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Riego y Drenaje*, 12(2): 17-26, 1989.
- WRB. IUSS WORKING GROUP: *World reference base for soil resources*, 128pp., World Soil Resources, Reports No. 103. FAO, Rome, 2006.