

ARTÍCULO ORIGINAL

## Efecto del riego deficitario controlado en la productividad del banano

### *Controlled deficit irrigation effect in the productivity of the banana tree*

Roberto Martínez Varona<sup>1</sup>

**RESUMEN.** El banano es una especie muy sensible al déficit hídrico, por lo que no es de esperar que responda positivamente a la falta de humedad en el suelo en ninguna de sus fases de desarrollo. Sin embargo la escasez de lluvia que ha caracterizado al país en los últimos años, aconseja determinar en cuales fases se producen las mayores afectaciones, con el objetivo de establecer estrategias de riego efectivas en los momentos de baja disponibilidad de agua. Con este fin se realizó la presente investigación, utilizando para la misma un testigo que se regó durante todo el ciclo de cultivo y cuatro tratamientos en los que se suspendió el riego en diferentes meses por los cuales transitaban sus respectivos ciclos. Los resultados indican que las fases de mayor afectación, donde no debe existir déficit hídrico fueron; la que va desde la plantación hasta alcanzar el 50% de floración y la que va desde el 90% de floración hasta el final de la cosecha, ambas con valores de afectación de la productividad superiores al 20%. La menos afectada resultó ser entre el 50 - 90% de floración, donde solo se afectó la productividad en menos del 15%.

**Palabras clave:** banano, riego deficitario controlado, productividad.

**ABSTRACT.** Banana is a species highly sensitive to water stress, so it is not expected to respond positively to the lack of soil moisture soil at any developing stage. However the lack of rain that has characterized the country in recent years, advises determine which phases occur most affected, with the aim of establishing effective irrigation strategies in times of low water availability. To this end, this research was conducted, using the same witness that was irrigated throughout the growing season and four treatments in which irrigation was suspended several months for which transited their respective cycles. The results indicate that the most affected phase, where there should be no water stress were; the planting ranging from up to 50% bloom and ranging from 90% until the end of flowering of the crop, both affectation values above 20% productivity. Proved to be the least affected between 50 to 90% of blooming, where the productivity is only affected by less than 15%.

**Keywords:** controlled deficit irrigation, productivity, banana

## INTRODUCCIÓN

El banano es una de las especies frutícolas más demandadas por la población cubana. Sin embargo el hecho de ser una planta herbácea, de grandes hojas y origen tropical, demanda para su cultivo altos volúmenes de agua, que no siempre se encuentran disponibles. De acuerdo con Peña *et al.* (2005), los antecedentes acerca de los requerimientos hídricos del banano, indican que es una planta altamente exigente respecto al déficit de humedad en el suelo.

En los últimos años y de forma cíclica, Cuba ha padecido de déficits pluviométricos que han obligado a que en algunas regiones del país haya sido necesario minimizar o prohibir el

uso de la práctica del riego, a favor de no afectar el abasto de agua a la población.

Esto obliga, a sabiendas de que el banano es altamente sensible al déficit hídrico y de que no es posible esperar que responda positivamente a la falta de humedad en el suelo en ninguna de sus fases de desarrollo, a realizar ensayos que permitan definir la fase de cultivo que se muestra como menos sensible, con el objetivo de establecer estrategias de riego deficitario controlado (RDC) en los meses o fases de cultivo en que menos disponibilidad del agua para el riego exista. Con el fin de contribuir a este objetivo se realizó la presente investigación.

**Recibido** 04/12/11, aprobado 28/01/13, trabajo 23/13, artículo original.

<sup>1</sup> Dr.C., Investigador Auxiliar, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Apdo. Postal 6090, La Habana, Cuba, E-✉: robertom@iagric.cu

## MÉTODOS

La investigación fue realizada en la Estación Experimental de Riego y Drenaje, situada en el municipio Alquizar, provincia Artemisa (22° 46' LN y 82° 37' LW) a seis metros sobre el nivel medio del mar, sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado, con una capacidad de campo promedio en los primeros 40 cm de 34.10% PSS, un Peso volumétrico de 1,20 g/cm<sup>3</sup> y una Porosidad del 46%, de acuerdo con López (1996).

El régimen pluviométrico de la zona se caracteriza por dos épocas bien definidas, una en que ocurre alrededor del 80% del volumen total de lluvia y que va desde el mes de mayo a octubre y otra de noviembre a abril donde cae el resto. En este caso durante el período experimental cayeron 2 152 mm, distribuidos durante 24 meses tal y como muestra la Figura 1.

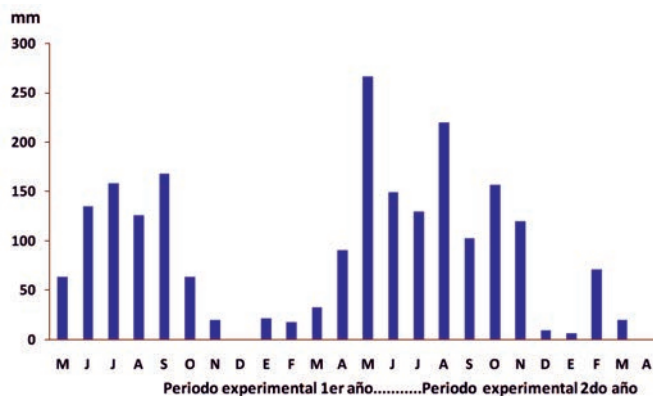


FIGURA 1. Distribución de las lluvias mensuales durante el período experimental.

El clon de Banano utilizado fue el Cavendish Gigante (*Musa*

AAA), plantado en el mes de mayo, con un marco de 1,8 metros entre plantas y 2,7 metros entre hileras, lo que propició una densidad de 2 057 plantas/ha. Toda la agrotécnica del cultivo excepto el riego, se aplicó tal y como indica el instructivo técnico para el cultivo del Plátano (Cuba, Ministerio de la Agricultura, 1994).

La técnica de riego utilizada fue aspersión bajo el follaje, utilizando aspersores MAR-50F, con una disposición cuadrada (6 x 6 metros) situados a 30 cm sobre la superficie del suelo.

La dosis de riego aplicada correspondió a la calculada cuando la humedad del suelo descendió hasta el 85% de la capacidad de campo en los primeros 40 cm de profundidad del suelo. El momento de riego fue determinado por el método gravimétrico.

El experimento estuvo conformado por cinco tratamientos y cuatro replicas, los cuales estuvieron distribuidos en un diseño de bloques al azar. En éste cada parcela estuvo conformada por 40 plantas, de las cuales las 10 centrales correspondieron al área de cálculo. Los tratamientos consistieron en mantener un testigo con riego durante todo su ciclo de cultivo y cuatro tratamientos regados igual, pero en los que se suspendió el riego durante diferentes meses, tal y como muestra la Tabla 1.

Para determinar el porcentaje de floración y cosecha, se siguió el procedimiento propuesto por Martínez (1997), en el cual las plantas del área de cálculo de las respectivas parcelas experimentales, fueron sometidas a conteos semanales de plantas florecidas y cosechadas, cantidades que se dividió entre el número total de la muestra, multiplicándose el resultado por 100.

El porcentaje de afectación relativa de la evapotranspiración fue determinado a partir de la división de la lluvia aprovechada más la reserva de humedad del suelo de cada tratamiento en el periodo no regado, entre la evapotranspiración (ETc) de la variante testigo en cada uno de estos periodos.

TABLA 1. Tratamientos experimentales aplicados

Meses	Primera cosecha							Segunda cosecha								
	S	O	N	D	E	F	M	A	J	A	S	O	N	D	E	F
T-1	Testigo regado todo el tiempo al 85% de la Capacidad de campo															
T-2	X	X							X	X						
T-3			X	X							X	X				
T-4					X	X								X	X	
T-5							X	X								X

X – meses en los que se suspendió el riego

Este mismo autor, para fines de estudio, diseño y manejo del riego, divide el ciclo del cultivo en cuatro fases que tienen que ver con el número de plantas en diferentes estados de desarrollo en cada momento y su demanda combinada de agua a nivel de parcela, con lo cual quedan definidas las siguientes fases:

1. De la plantación a los 3 meses. Periodo que se caracteriza por el inicio de la emisión foliar y una intensa formación de raíces.
2. De los 3 meses al 50% de floración. Periodo en que el área foliar (Af) a nivel de plantación se incrementa pudiendo llegar a su nivel máximo. En esta fase se define el número de manos y dedos en los racimos de la mayor parte de las plantas.
3. Del 50% al 90% de floración. Periodo en que tiende a disminuir el Af a nivel de parcela por el comienzo de la cosecha

y donde el número de racimos con frutos en formación comienza a incrementarse.

4. Del 90% de Floración al Fin de la cosecha. Periodo en que de forma acentuada disminuye el Af por las continuas cosechas y prevalece de forma acentuada la formación del fruto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que los tratamientos planteados estuvieron enmarcados en meses y no en fases, por lo general los periodos afectados abarcaron segmentos de fases y no fases completas. Tampoco la afectación por déficits hídrico fue absoluta en cada tratamiento, debido a las características del clima donde se desarrolló el trabajo (Figura 1) y a la no pertinencia de cobertura en este cultivo.

En la Tabla 2, se presenta los meses con suspensión del riego en cada uno de los tratamientos y los segmentos de fases con los que coincidió. Como se puede apreciar, independientemente de lo planteado con anterioridad, casi todas las fases se lograron afectar en algún grado con déficits hídricos.

**TABLA 2. Meses con suspensión del riego en cada tratamiento y segmentos de fases con las cuales coincidió**

Número del tratamiento	Meses	Descripción	Fases
Primera cosecha			
1	Ninguno		
2	septiembre-octubre		3er mes-5% de floración
3	noviembre-diciembre		5to meses-31% de floración
4	enero-febrero		59% de floración-90% de floración
5	marzo-abril		92% de floración-5% de cosecha
Segunda cosecha			
1	Ninguno		
2	julio-agosto		Fin ciclo de fomento-8% de floración
3	septiembre-octubre		2do mes del ciclo-53% de floración.
4	noviembre-diciembre		66% de floración-27% de cosecha
5	enero-febrero		94% de floración-67% de cosecha

En la Tabla 3, donde se presenta el porcentaje de afectación relativa de la evapotranspiración por tratamientos, se observa el nivel de afectación que alcanzó cada fase durante el periodo sin riego, el cual osciló entre el 22,44–76,15% de lo demandado.

En este caso durante la primera cosecha (Fomento), fueron los tratamientos 3 y 4 los más afectados, con un 74,32 y 76,15% respectivamente, producto de la poca lluvia ocurrida en los meses más secos. Durante el segundo año por la misma causa fue el tratamiento 5, el más afectado con un 52,63%.

**TABLA 3. Porcentaje de afectación relativa de la evapotranspiración por tratamientos**

No.	Del testigo	Reserva de humedad total en el suelo durante los meses no regados (mm)	De los tratamientos	Porcentaje de afectación relativa de la evapotranspiración (%)
	Evapotranspiración en los meses no regados de cada variante. (mm)		Lluvia aprovechada (LLa) durante el periodo sin riego (mm)	
<b>Primera cosecha</b>				
1				
2	196,0	89,8	62,2	22,44
3	148,0	2,8	35,2	74,32
4	260,0	17,3	44,7	76,15
5	324,0	45,4	168,6	33,95
<b>Segunda cosecha</b>				
1				
2	286,0	46,5	217,5	7,69
3	236,0	4,2	165,8	27,96
4	146,0	7,2	94,8	30,13
5	209,0	35,5	63,5	52,63

En la Tabla 4, donde se presenta los componentes del rendimiento y el porcentaje de afectación de la productividad por tratamientos, se observa que en sentido general todas las variantes que fueron afectadas por déficits hídrico en algunas fases de su ciclo de vida, tuvieron una merma de su productividad con relación al testigo, lo cual indica la sensibilidad de esta especie al déficits de humedad en el suelo. Esto coincide con lo planteado por Crane & Balerdi (1998), quienes afirman que el banano requiere de grandes cantidades de agua y es muy sensible a la sequía, la que se manifiesta en el incremento del tiempo hasta la floración y fructificación, reduciéndose el tamaño y número de los frutos, así como el rendimiento total.

De la misma forma, Goenaga & Irizarri (1995 y 1998), encontraron mayor rendimiento (más del 30%) y mejor calidad del fruto, en plantas a las que se les entregó el 100% del agua perdida por evapotranspiración, que en aquellas que sólo fueron mojadas por la lluvia.

Un análisis detallado de lo ocurrido destaca que durante la primera cosecha, el tratamiento 3 que sufrió una fuerte afectación de la demanda (74,32%) en el segmento de fase que va desde el 5to. mes de plantada hasta el 31% de floración, período en que aún hay un gran cantidad de racimos definiendo su número de dedos y otro grupo inicia su floración, presentó la mayor disminución del rendimiento con un 24,64%, debido a que esta variante tuvo una afectación significativa, tanto en el número

de dedos (121,3 frutos por racimo), como en el peso promedio alcanzado por los mismos (151,8 gramos) independientemente de los riegos y la lluvia recibida antes y después de la etapa sin riego. Esto indica la no conveniencia de suspender los riegos en las primeras fases que van desde la plantación hasta el 50% floración, en caso de no disponer de agua suficiente para satisfacer la demanda total del cultivo.

En este caso se incluye la primera fase (desde la plantación hasta los 3 primeros meses), teniendo en cuenta la importancia de esta fase, ya que los daños por déficit hídricos que se produzcan aquí no se recuperan después aunque la plantación sea óptimamente regada, producto del debilitamiento de su sistema radical. En este sentido Haddad y Leal (1996) señalan que el sistema radical del banano se desarrolla vigorosamente desde su inicio hasta la diferenciación floral, en ese momento disminuye la formación de raíces (solo siguen desarrollándose aquellas que se habían preformado antes de la diferenciación).

Sin embargo cuando observamos el tratamiento 4 que fue más afectado desde el punto de vista hídrico (76,15%), pero en el segmento de fase que va desde el 59–90% de floración, fase en que ya ha sido decidido el número de dedos por racimo y disminuye el

Af producto del comienzo de la cosecha de los primeros racimos, se aprecia solo una afectación del 14,10% de la productividad, debido solamente al menor peso promedio de los frutos (152,3 gramos), lo cual da a esta fase en la primera cosecha, como una de las indicadas para no ser beneficiada con el riego, en caso de escasez de agua. Estos resultados aunque preliminares, pudieran ser útiles para la toma de decisiones en el ciclo de fomento o cuando se realizan cultivos extradenso o únicos.

Durante la segunda cosecha, el tratamiento 5 que fue afectado (52,63% de déficit hídrico) en plena formación del fruto (94% F–67% °C), alcanzó la mayor disminución del rendimiento con un 26,18% respecto al testigo, obteniendo los pesos promedios de frutos significativamente más bajos (138,5 gramos). De manera similar, aunque con una afectación hídrica inferior (30,13%), se comportó el tratamiento 4, que tuvo un daño en el rendimiento de 22,34%, con una afectación al igual que el tratamiento 5, fundamentalmente en el peso promedio del fruto (141,7 gramos), aunque también afecto en algo el número de dedos (138,7 unidades por racimo), al estar esta fase algo retrasada (66%F - 27% °C) con relación a la del tratamiento 5.

**TABLA 4. Componentes del rendimiento y porcentaje de afectación por tratamientos**

No.	Número de dedos totales promedio por racimo	Peso promedio de los dedos (g)	Peso promedio del racimo (kg)	Rendimiento (t/ha)	Porcentaje de afectación de la productividad respecto al testigo (%)
Primera cosecha					
1	149,0 a	165,4 a	25, 58 a	52, 61 a	Testigo
2	126,8 c	162,2 a	21, 41 c	44, 04 c	16, 28
3	121,3 c	151,8 b	19, 27 d	39, 63 d	24, 67
4	138,8 b	152,3 b	21, 97 c	45, 19 c	14, 10
5	140,0 b	163,4 a	23, 82 b	48, 99 b	6, 88
CV%	1,33	3,00	3, 26	3,26	
Es +/-	0,04	2,37	0, 34	0,34	
Segunda cosecha					
1	157,7 a	163,7 a	26, 59 a	54, 69 a	Testigo
2	154,2 a	140,7 b	22, 56 b	46, 40 b	15, 15
3	128,5 c	161,5 a	21, 60 c	44, 43 c	18, 76
4	138,7 b	141,7 b	20, 65 c	42, 47 c	22, 34
5	135,2 b	138,5 b	19, 63 d	40, 37 d	26, 18
CV%	1,31	2,84	2, 92	2,92	
Es +/-	0,07	2,11	0, 33	0,33	

Las medias con letras desiguales difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Estos resultados indican que también la última fase a partir del 90% floración hasta el final de la cosecha, resultan altamente sensibles al déficit hídrico, por lo que no es aconsejable afectar el riego en esta etapa.

Zamora (1997), sostiene que para el banano se consideran muy críticas (cuando es imprescindible mantener la humedad como mínimo a un 85% CC) las fases de formación inicial y desde el final de la fase vegetativa hasta el 50% de la floración, lo cual coincide con los resultados obtenidos. Sin embargo, la misma autora señala que el cultivo es tolerante, con pequeñas afectaciones en el rendimiento en los inicios de la fase vegetativa y después de iniciada la cosecha, lo cual difiere de los resultados obtenidos en este trabajo.

De acuerdo con Socarras y Martínez (1989), los déficits de humedad entre el cuarto y el séptimo meses de la primera cosecha, período dentro del cual puede definirse el número de dedos, aunque sean de poco tiempo, muestran tendencia a disminuir el número de dedos y el rendimiento. Los déficits de humedad dentro de la fase de formación del fruto, aunque ya no influyen en el número de frutos, si disminuyen el desarrollo de los dedos y el peso del racimo, y afectan el rendimiento final.

## CONCLUSIONES

- En todas las fases en que existió un nivel de déficits hídrico en relación con la demanda, se produjo una afectación de la

productividad, la cual oscilo entre el 6,88–26,18% en función de la fase y el nivel de afectación hídrica.

- Durante el primer ciclo, la fase más afectada en su productividad estuvo enmarcada entre los 3 meses de plantado el cultivo y el 50% de floración, fase en que se define de forma significativa el numero total de manos y dedos por racimo.
- Durante el segundo ciclo, la fase más afectada estuvo, durante el periodo fundamental de formación del fruto (90% de floración-fin de la cosecha), mostrando cuan importante también es esta fase.
- Los resultados indican que entre el 50–90% de floración podría ser de forma preliminar la fase de menor afectación, si se le suspende el riego.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. CRANE, J & C. BALERDI: *The Banana in Florida*, [en línea] Disponible en: <http://hammock.ifas.ufl.edu>. [Consulta mayo, 2002].
6. CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA: *Instructivo técnico para el cultivo del Plátano*, 45pp., La Habana, Cuba, 1994.
7. GOENAGA, R. & H. IRIZARRY: "Yield performance of banana irrigated with fractions of Class A pan evaporation in a semiarid environment", *Agron. J.*, 87: 172-176, 1995
8. GOENAGA, R. & H. IRIZARRY: "Yield of banana grown with supplemental drip irrigation on an Ultisol", *Exp. Agric.*, 34: 439-448, 1998
9. HADDAD, O. y F. LEAL: *Situación actual y perspectivas de la producción de cambur de exportación y otras Musáceas en el Estado Aragua, Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el estado de Aragua*, [en línea] Disponible en: [www.fundacite.arg.gov.ve/papelesf/index.html](http://www.fundacite.arg.gov.ve/papelesf/index.html).
10. (Consulta enero 2004).
11. LÓPEZ, S. T.: *Caracterización del movimiento del agua en los suelos irrigados del sur de La Habana: Contribución metodológica al procedimiento actual para la determinación de los Balances Hídricos* 100pp, **Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)**, La Habana, Cuba, 2001.
12. MARTÍNEZ, V. R.: *Necesidades de agua para el cultivo del banano en los suelos Ferralítico Rojos de la región de Alquizar* 102pp. **Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)**, La Habana, Cuba, 1997
13. PEÑA, P. E; L.E. CAMEJO y L. SANTANA: *Necesidades hídricas del Banano y el Plátano*, 54pp., MES, Ed. Centro Universitario de Las Tunas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Las Tunas, Cuba. (monografía), 2005.
14. SOCARRAS, F.G. y R. MARTÍNEZ: "Régimen de riego optimo y alterado en el plátano vianda CEMSA ¾ (Musa AAB, Subgrupo Plantains)", *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Riego y Drenaje*, 12(1): 25–35, 1989.
15. ZAMORA, E. *Manejo del riego de las hortalizas, viandas y granos con restricciones en el suministro de agua* 36pp., Ed. Instituto de investigaciones de Riego y Drenaje, MINAG, La Habana, Cuba. (monografía), 1997.

## Programa de Investigación en Ingeniería Agrícola

Se realizan investigaciones en áreas de la Ingeniería Agrícola y Agroindustrial que plantean soluciones a problemas sectoriales o regionales de impacto nacional.

### Líneas de investigación:

- Geohidrología
- Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola
- Sistemas y tecnologías para la mecanización
- Ingeniería y tecnología de alimentos

Se cuenta actualmente con máquinas para la cosecha del maíz, frijol, transplantadoras de piña, reventadora de amaranto, cosechadora de jamaica, cosechadora de cacahuete, sembradoras de precisión de diferentes tipos y capacidades.

### Coordinar con:

Ing. Marco A. Rojas Martínez

Director del  
Dpto. de Ing. Mecánica Agrícola  
Tel.: (595) 2 1500 ext. 5719

Dpto. de Irrigación  
Tel.: (595) 2 1500 ext. 5690

**"Marcando el rumbo de la Ingeniería Agrícola en México, en el Tercer Milenio"**

Universidad Autónoma Chapingo

