

Citar como:

Jaimez, R., García-Núñez, C., Azócar, A. 2002. Respuestas de Intercambio de Gases en Plátano (*Musa AAB* cv. Hartón) Bajo Diferentes Condiciones de Déficit de Agua en una Región Húmeda Tropical del Sur Del Lago de Maracaibo, Venezuela. Memorias de la IX Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones del Banano en el Caribe y la América Tropical (ACORBAT). Cartagena de Indias, Colombia. pp. 380-383.

Respuestas de intercambio de gases en plátano (Musa AAB cv. Hartón) bajo diferentes condiciones de déficit de agua en una región húmeda tropical del sur del Lago de Maracaibo, Venezuela

Leaf gas exchange in cv Hartón (Musa AAB) under several soil water deficit conditions in a humid tropical region in the south of Maracaibo Lake, Venezuela

Ramón E. Jaimez¹, Rada F.², García -Núñez, C.² y Azocar A.²

Resumen

Se evaluó el efecto de la disponibilidad de agua en suelos inceptisoles (franco-limosos), sobre los procesos de intercambio de gases en 3 plantaciones de plátano ubicadas en la región al sur del Lago de Maracaibo. En condiciones de campo, fueron realizados cursos diarios de tasas de asimilación (A), transpiración (E), conductancia (g_s) y mediciones microclimáticas, tanto a los 26-30, como a los 5-7 días sin lluvia. En todos los lugares, las mayores tasas de asimilación fueron obtenidas en horas de la mañana, independientemente de la condición hídrica del suelo. En los períodos de menor disponibilidad de agua, hubo un cierre estomático, lo cual trajo disminuciones entre el 12 al 20% y del 25 al 35 % en las tasas de totales diarias de transpiración y asimilación, respectivamente. Las plantas mostraron una menor eficiencia en el uso del agua (EUA) bajo condiciones de déficit hídrico. Después de períodos de 30 días sin lluvia, hubo una pronta recuperación de las tasas de asimilación y transpiración una vez comenzadas las lluvias.

Abstract

The effect of available soil water on leaf gas exchange was evaluated in threee platatin platations on inceptisol soils (loamy fine) in the south of Maracaibo Lake region. Measurements of assimilation (A), transpiration (E), stomatal conductance (g_s) and micrometeorological conditions werre carried out, every 2 our approximately during two periods: 26-30 days and 5-7 days without precipitation under field conditions. In all sites , higher A were obtained in the morning hours, independently of available soil water. Total daily transpiration (Etot) and assimilation (A tot) were reduced by 12 to 20 and 25 to 35 % under water deficit conditions, respectively. This was associated to a marked reduction in stomatal conductance. Water use efficiency (WUE) decreased under conditions of water stress. In spite of 30 days without rain, plants showed a quick recovery after precipitation started.

INTRODUCCIÓN

Los efectos de diferentes grados de déficit de agua del suelo sobre el intercambio de gases han sido revisados ampliamente (Farquhar et al, 1989). En el caso del género Musa, estos efectos se han enfocado especialmente en los cultivares de banana (grupo AAA) (Ke, 1979; Robinson y Albert, 1986; Hegde y Srinivas, 1989; Robinson and Bower 1988; Kallarackal et al , 1990; Thomas y Turner, 1998; Turner y Thomas, 1998; Goenaga y Irizarry, 2000).

Existe muy poca información acerca de las respuestas de los cultivares con el genoma balbisiana (B) bajo diferentes condiciones de humedad del suelo y condiciones microclimáticas (Turner, 1995). Se ha reportado en condiciones de campo que cultivares con el mismo número del genoma tipo B presentaron diferentes grados de tolerancia a las condiciones de estrés hídrico (Kanayake et al., 1994). En condiciones de laboratorio y en plantas jóvenes de la variedad dominica Hartón (AAB) Cayón et al. (1998) reportaron reducciones no sig-

1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP). Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Apartado postal 77 La Hechicera Mérida 5101, Venezuela. Fax: 058 274 2401503 E. mail: rjaimez@ing.ula.ve
2. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida 5101, Venezuela

nificativas en la conductancia bajo condiciones de estrés hídrico al igual que la transpiración. Sin embargo, las tasas de asimilación fueron significativamente menores en las plantas estresadas.

La región Sur del Lago de Maracaibo en Venezuela, tiene la mayor extensión de tierras dedicadas a la producción de plátano (50.000 ha) (Cozz y Chávez, 1992). En este sector existe una diferencia de precipitación total anual de 400 mm aproximadamente, entre la faja sur (con mayor cantidad de precipitación anual) y la norte, tanto en años secos como en húmedos. Evaluaciones de la variabilidad y duración inter-anual de los períodos secos sobre el comportamiento a nivel ecofisiológico en el plátano para esta área no se han llevado a cabo. Tal información es importante a fin de usarla en programas de riego y además para conocer el efecto que pueden tener las condiciones de déficit de agua que se dan en los diferentes lugares de esta región. Por esta razón, este trabajo evalúa los efectos de diferentes condiciones de déficit de agua sobre el intercambio de gases en el cv. Hartón en varias sectores al Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en tres fincas:

Finca 1: ubicada en el sector Los Pozones, Municipio Alberto Adriani, Estado Mérida a unos 6 kms de la población El Vigía. El total de precipitación anual de la zona está entre los 1800- 1900 mm.

Finca 2: ubicada 32 kms de El Vigía, 6 km después de la población de Cuatro Esquinas, Municipio Francisco Javier Pulgar, Estado Zulia. La precipitación anual total de esta zona está alrededor de los 1600 mm.

Finca 3: a 44 kms de El Vigía y 2 km. después de la población de El Chivo, Municipio Francisco Javier Pulgar, Estado Zulia. La precipitación media anual de la zona es de 1500-1550 mm.

Las plantas estaban en suelos tipo inceptisols: fluvaquentic, limoso fino, (USDA, 1996). Las características en cuanto a capacidades de retención de agua a 33 y 600 Kpa de estos suelos se presentan en el cuadro 1.

Las evaluaciones se realizaron en dos períodos con diferencias en la disponibilidad de agua en el suelo. Una medición bajo déficit realizada después de 25-30 días sin precipitación y la última de bajo

estrés realizada luego de 5 a 7 sin precipitación. Los contenidos de agua a 20 y 40 cm de profundidad en cada medición se estimaron gravimétricamente.

Se seleccionaron cuatro plantas aleatoriamente, que tenían varios ciclos de cultivo y aún no habían floreado. Las mediciones de intercambio de gases fueron realizadas en la parte media de las hojas 2, 3 y 4 de acuerdo a la metodología de Cayón et al. (1998b), evitando así problemas de sombreado y disminuciones en las tasas de intercambio gaseoso debido a envejecimiento de las hojas. Estas mediciones fueron realizadas cada 2 horas usando un sistema de intercambio de gases portátil en modo abierto (LCA-4, ADC). La radiación fotosintéticamente activa (RFA) fue medida mediante un sensor cuántico incorporado a la cámara foliar. Temperaturas foliares y del aire fueron medidas con termocuplas chromel-alumel (36gauge) y la humedad relativa con un higrómetro digital. Estas variables microclimáticas fueron usadas para determinar la diferencia de presión de vapor de agua hoja-aire (DPV). Se realizó la integración de los cursos diarios de asimilación y transpiración (9:30 a 15:30 horas) para obtener los valores totales de asimilación (A_{tot}) y transpiración (E_{tot}) (Rada et al, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En suelos franco limosos de la zona Sur del Lago de Maracaibo, después de 25-30 días sin precipitación, los porcentajes de humedad del suelo disminuyen aproximadamente un 50 % con respecto al porcentaje de humedad de capacidad de campo (cuadro 1). La sombra dada por las plantas de plátano probablemente evitan disminuciones menores en los contenidos de agua del suelo en los primeros 30 cm del suelo que es la profundidad donde se encuentra gran parte de las raíces. Esto en consecuencia influyen en un menor déficit de agua. Existe una tendencia a encontrarse mayores promedios cuando las condiciones de déficit de humedad aumenta. Sin embargo, esta tendencia no es significativa para el sector El chivo (cuadro 1). Valores mayores de DPV promedios (3.73 kPa) fueron reportados para áreas semiáridas en Australia en condiciones de laboratorio (Thomas y Turner, 1998).

La reducción parcial de la conductancia observada en condiciones de moderado estrés en cv.

Cuadro 1: Porcentaje de agua a capacidad de campo (10 KPa) y a 600 Kpa determinados en laboratorio, porcentaje de agua (as) a los 15 cm de profundidad DPV promedios (kPa) en los momentos de medición en condiciones de campo bajo moderado déficit (MD) y sin déficit (SD) hídrico del cv. Hartón. Valores son promedios \pm error estándar.

LUGAR		10 Kpa	600 KPa	as	DPV
LOS POZONES	MD	37,5 \pm 0,12	8,4 \pm 0,24	18,1 \pm 3,94	2,3 \pm 0,08
	SD			24,6 \pm 5,79	2,0 \pm 0,17
CUATRO ESQUINAS	MD	34,8 \pm 0,14	6,4 \pm 0,10	14,1 \pm 2,31	2,9 \pm 0,21
	SD			21,3 \pm 3,74	2,4 \pm 0,33
EL CHIVO	MD	40,4 \pm 0,17	9,8 \pm 0,45	21,7 \pm 2,60	2,0 \pm 0,31
	SD			31,6 \pm 4,32	1,9 \pm 0,24

Hartón fue menor para periodos similares sin riego en plantas de banano en condiciones de invernadero. En banano, se ha reportado un cierre estomático casi completo luego de 25 días de estrés hídrico (Kallarackal et al, 1990). Este cierre parcial influye en reducciones tanto en las tasas de fotosíntesis como de transpiración. En suelos franco limosos los datos presentados demuestran que cv. Hartón es muy sensible a más altas condiciones de

humedad. En todas los lugares de medición entre 20-25 % de incremento en las tasas máximas de asimilación fueron obtenidas con respecto a condiciones de moderado déficit hídrico. Igualmente los promedios diarios en las tasas de asimilación fueron incrementadas aproximadamente un 33% (Cuadro 2). Esto se refleja en los valores de A_{max} , cuya disminuciones en condiciones de moderado déficit de agua están entre 20 al 35 % (Cuadro 3). Se

Cuadro 2: Tasas máximas (A_{max}) y promedios (A_{pro}) de asimilación diaria ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), conductancia foliar ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y transpiración ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en los distintos lugares de la zona Sur del Lago de Maracalho bajo condiciones de moderado déficit (MD) y sin déficit (SD) hídrico del cv. Hartón. Valores son promedios \pm error estándar.

		LOS POZONES	CUATRO ESQUINAS	EL CHIVO
A_{MAX}	MD	12,94 \pm 0,6	13,70 \pm 0,2	10,9 0 \pm 0,6
	SD	14,75 \pm 0,8	18,20 \pm 1,1	13,50 \pm 0,9
A_{PRO}	MD	7,68 \pm 2,1	10,12 \pm 1,5	7,90 \pm 0,8
	SD	11,56 \pm 1,6	14,43 \pm 1,3	11,90 \pm 0,9
G_s	MD	0,26 \pm 0,05	0,23 \pm 0,01	0,28 \pm 0,01
	SD	0,28 \pm 0,04	0,31 \pm 0,02	0,30 \pm 0,01
E	MD	4,13 \pm 0,5	4,93 \pm 0,21	3,51 \pm 0,33
	SD	4,51 \pm 0,6	4,52 \pm 0,27	4,01 \pm 0,15

Cuadro 3. Tasas de asimilación total (A_{tot}) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), y transpiración total (E_{tot}) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y eficiencia en el uso de agua (A/E) de cv Hartón en diferentes zonas al Sur del Lago de Maracalho.

LUGAR		A_{TOT}	E_{TOT}	A/E
LOS POZONES	MD	202	105	1,92
	SD	263	135	1,94
CUATRO ESQUINAS	MD	223	89	2,5
	SD	345	87	4
EL CHIVO	MD	219	88	2,5
	SD	270	97	2,8

demuestra la importancia de mantener altas condiciones de humedad en el Sur del Lago de Maracaibo a fin de evitar disminuciones en las tasas de asimilación que influyan negativamente en la producción de frutos. Las máximas tasas de asimilación ($18-14 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtenidas en este estudio en condiciones húmedas durante las primeras horas de la mañana son similares a los reportados para el cv Ladyfinger (AAB) (Thomas, et al. 1998) bajo condiciones de laboratorio y menores a las obtenidas, también en condiciones de laboratorio, para el cv Dominico-Hartón (AAB) (Cayón, et al. 1998a).

De igual manera que las tasas de asimilación, las de transpiración fueron menores en el moderado estrés en las cuales se realizaron las mediciones. Sin embargo, las disminuciones en la transpiración estuvieron entre el 8 al 13%. Este comportamiento del cv. Hartón se manifiesta en una menor eficiencia en el uso del agua (EUA) bajo condiciones de moderado déficit de agua (cuadro 3). Thomas y Turner (1998) también reportaron este comportamiento en el banano cv. Williams. Los datos demuestran que el cv Hartón presentó una recuperación muy rápida en suelos limosos pese a haber estado sometido a periodos largos de déficit de agua.

CONCLUSIONES

Al igual que en banano las plantas de plátano presentan un cierre estomático que evita altas pérdidas de agua por transpiración. La EUA en el cv. Hartón son menores en la medida que el déficit de agua incrementa. Se recomienda el uso de riego en suelos franco limosos de la región donde se realizó este trabajo para los periodos de sequía ya que a partir de 25 días sin precipitación comienzan a mostrarse disminuciones en las tasa de asimilación entre 20 al 30 %, lo cual indudablemente influye negativamente en la producción de fruto.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte del proyecto CVI-PIC-AGM-16, CDCHT-UJA, correspondiente a la agenda plátano. Agradecemos el apoyo logístico dado por la empresa VENEAGRO y los señores Nelson Urdaneta y Nelson Camal en el desarrollo de este proyecto en las fincas de su propiedad.

LITERATURA CITADA

- Cayón, M.C., Ul-Sharkawy, M.A. and Mejía de Tafur, S. 1998a. Efectos fisiológicos del estrés hídrico en el clon de plátano Dominico-Hartón (*Musa* AAB Simmonds). *Infomusa* 7 (2):12-14.
- Cayón, G., Belalcázar, S. and Lozada, J. 1998 b Fisiología del Plátano In Gualdo M. Belalcázar S. Cayón G. and Botero R. (eds) Seminario Internacional producción del plátano Armenia Quindío Colombia. Pp 221-235
- Cooz, R. and Chávez E. 1992. Informe técnico sobre la situación actual de la sigatoka negra en el sur del Lago de Maracaibo. UNISUR-FONAIAP Chama Venezuela 1-10.
- Hanayake, H., Ortiz, R. and Vuylsteke, D.R., 1994. Influence of leaf age, soil moisture, VPD and time of day on leaf conductance of various *Musa* genotypes in a humid forest-moist savanna transition site. *Annals of Botany* 74:173-178.
- Farquhar, G.D., Wong S.C., Evans, J.R., and Hubick, K.T., 1989. Photosynthesis and gas exchange In Jones, H., Flowers, T.J. and Jones, M.B. (eds) Plants under stress. Society for Experimental Biology pp 47-69.
- Goenaga, R. and Irizarry, H., 2000. Yield and quality of banana irrigated with fractions of class A pan evaporation on an Oxisol. *Agronomy Journal* 92:1008-1012
- Hegde, D.M. and Srinivas, K., 1989. Irrigation and nitrogen fertility influences on plant water relations, biomass, and nutrients accumulation and distribution in banana cv. Robusta. *Journal of horticultural science* 64 91-98.
- Ke, I.S. 1980 Studies on the physiological characteristics of banana in Taiwan III. A study of the daily variation in photosynthesis, stomatal movement and leaf water potential of banana plant. *Journal Chinese Soc. Hort. Sci.* 26:18-26.
- Kallarackal, J., Milburn, J.A. and Baker D.A., 1990. Water relations of the banana. III Effects of controlled water stress on water potential, transpiration, photosynthesis and leaf growth. *Aust J. Plant Physiology* 7:79-90.
- Ratka, E., Azócar, A., Briceno, B., González, J. and García-Núñez, C., 1996. Carbon and water balance in *Polylepis serotina* etc, a tropical tree-line species. *Trees*, 10: 218-222.
- Robinson, J.C. and Bower, J.P., 1988 Transpiration from banana leaves in the subtropics in response to diurnal and seasonal factors and high evaporative demand. *Scientia Horticulturae* 37: 129-143.
- Robinson, J.C. and Alberts, A.J., 1986. Growth and yield responses of banana (Cultivar 'Williams') to drip irrigation under drought and normal rainfall conditions in the subtropics. *Scientia Horticulturae*, 30:187-202.
- Thomas, D.S. and Turner, D.W., 1998. Leaf gas exchange of drought and irrigated banana cv Williams (*Musa* spp.) growing in hot, and cool conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73(B):419-429.
- Thomas, D.S., Turner, D.W. and Lammis, D., 1998. Independent effects of the environment on the leaf gas exchange of three banana (*Musa* spp.) cultivars of different genomic constitutions. *Scientia Horticulturae* 75:41-57.
- Turner, D.W., 1995. The response of the plant to the environment. In Gowen S. (ed) Bananas and Plantains Chapman and Hall pp 207-228.
- USDA, 1996. Keys to soil taxonomy United States Department of agriculture Seventh edition pp 634.