

EFECTO DE LA DEFICIENCIA HÍDRICA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL BANANO EN EL PARAGUAY

Juan S. **DELGADO ROJAS**¹, Edgar D. **MAYEREGGER**², José **BERTONI**³

RESUMEN

Com el objetivo de evaluar las condiciones hídricas en las que se desarrolla el banano en el Paraguay y establecer el efecto de la deficiencia del agua sobre la productividad de este cultivo, se ha realizado un estudio de disponibilidad hídrica del suelo en condiciones naturales durante 4 años consecutivos, mediante un balance hídrico, utilizando el método de Thornthwaite & Mather (1955). Fueron utilizados datos meteorológicos de nueve estaciones meteorológicas, ocho de ellas ubicadas en la Región Oriental y una en la Región Occidental del Paraguay. El modelo de determinación de la caída de rendimiento utilizado es el de la FAO. Los resultados obtenidos permiten concluir que el cultivo del banano, en las zonas de estudio, sufre una deficiencia hídrica que oscila entre 4 y 52%, lo que acarrea una caída en el rendimiento que oscila entre 12,2 y 49,6%.

PALABRAS-CLAVE: banano, deficiencia hídrica, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El banano es típico de las regiones tropicales húmedas, consiguientemente manifiesta mejor desarrollo en condiciones de cultivo con medias anuales de humedad relativa superior al 80%. La cantidad de agua exigida por la planta es alta y constante (Simao, 1998).

La deficiencia hídrica del suelo afecta a la planta, principalmente en la emisión del racimo, hojas, hijuelos y desarrollo regular de las frutas. Cuando las condiciones son más críticas se producen roturas del seudotallo por la falta de turgencia.

Dicho requerimiento hídrico hace que la mayoría de los productores nacionales prefieran cultivar en terrenos bajos, donde el agua esta disponible por un período mayor de tiempo que en los terrenos altos. Esto se debe a la mayor capacidad de retención del agua que tienen los suelos de este tipo de terreno, que por lo general son mas pesados que los de terrenos altos; sin embargo, la mayoría de las veces se debe a la menor profundidad de la napa freática, condicionando una mayor facilidad para la ascensión capilar del agua hasta la zona radicular de la planta. En compensación, los

¹ Ing. Agr. (Máster en Agrometeorología), Técnico Programa de Agrometeorología IAN-DIA-Ministerio de Agricultura y Ganadería del Paraguay. Ruta Mcal. Estigarribia, km 48, Caacupé - Paraguay. E-mail: jsdrojas@hotmail.com

² Ing. Agr. (Máster en Agrometeorología), Jefe Programa de Agrometeorología IAN-DIA- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Paraguay. Ruta Mcal. Estigarribia, km 48, Caacupé - Paraguay. E-mail: edgar@pol.com.py

³ Ing. Agr. (Especialista en fruticultura), Técnico de la Sección Fruticultura, IAN-DIA- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Paraguay. Ruta Mcal. Estigarribia, km 48, Caacupé - Paraguay.

cultivos que son plantados en terrenos bajos están más expuestos a la acción de la helada agrícola, así como a la saturación del suelo debido a lluvias excesivas; sin embargo, los productores prefieren asumir dichos riesgos, en vez de asegurar un cultivo de bajo rendimiento debido a problemas de deficiencias hídricas. Una provisión adecuada de agua mediante la utilización de riego, puede ayudar al productor para escapar de dichos riesgos, realizando su plantación en terrenos más altos.

Por otro lado, la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, citado por Enciso (1998), hace constar que la mayoría de esas plantaciones están en manos de pequeños productores y que a nivel nacional, debido a la poca utilización de tecnologías adecuadas, el rendimiento promedio alcanza apenas 7,3 ton/ha. Sin embargo, otras fuentes (Doorenbos & Kassam, 1979; Simao, 1998; Enciso, 1998) dan cuenta de que en estas latitudes, utilizando tecnologías adecuadas de producción, se puede alcanzar fácilmente 30 ton/ha.

El objetivo de este trabajo es evaluar las condiciones hídricas en las que se desarrolla el banano en el Paraguay y establecer el efecto de la deficiencia del agua sobre la productividad del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fue utilizado el método de Doorenbos & Kassam (1979), donde se relaciona la disminución del rendimiento de la banana con el déficit hídrico sufrido durante su ciclo. La disminución del rendimiento del cultivo debido a la deficiencia hídrica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$(1-Yr/Ym) = ky (1-ETr/ETm) \quad (1)$$

donde: Yr = rendimiento real cosechado; Ym = rendimiento máximo o potencial; ky = factor del efecto de la deficiencia hídrica sobre el rendimiento; ETr = Evapotranspiración real; ETm = Evapotranspiración máxima. El valor de ky utilizado, para período vegetativo total, es igual a 1,25 Doorenbos & Kassam (1979).

El conjunto $(1-Yr/Ym)$ representa la disminución del rendimiento, cuyo valor multiplicado por 100 da en porcentaje de caída de rendimiento; mientras que $(1-ETr/ETm)$, multiplicado por 100, da el porcentaje de la deficiencia hídrica total durante el ciclo del cultivo; por tanto, reemplazando éste último valor se obtiene la caída de rendimiento debido a la deficiencia hídrica del suelo.

Para reunir los parámetros necesarios para la realización de dicho cálculo fue realizado el cálculo del balance hídrico decadal (cada 10 días) durante cuatro ciclos consecutivo del cultivo, tomando datos de nueve estaciones meteorológicas del país (ver ubicación en la Tabla 1).

Tabla 1. Estaciones meteorológicas, dependientes del MAG, involucradas en este trabajo.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	COORDINADAS GEOGRAFICAS	SERIE DE DATOS METEOROLOGICOS
Centro Experimental Forestal de Capiibary (CEFC) SFN-JICA–San Pedro	Lat. 24° 50´ Long. 56° 07´	1990 – 1994
Campo Experimental de Tomás Romero Pereira (CETRP)-DIA–Itapúa Norte	Lat. 26° 42´ Long. 55° 09´	1994 – 1998
Centro Experimental de Yhovy (CEY)-DIA–Canindeyu	Lat. 24° 15´ Long. 54° 45´	1994 – 1998
Campo Experimental de Caña de Azúcar (CECA)-DIA–Natalicio Talavera–Guaira	Lat. 25° 39´ Long. 56° 18´	1994 – 1998
Instituto Agronómico Nacional (IAN) DIA – Caacupé – Cordillera	Lat. 25° 24´ Long. 57° 06´	1994 – 1998
Campo Exp. (CETAPAR) DIA–JICA – Colonia Yguazú – Alto Paraná	Lat. 25° 30´ Long. 55° 00´	1994 – 1998
Campo Experimental de Choré (CECHO) DIA–San Pedro	Lat. 24° 10´ Long. 56° 37´	1994 – 1998
Aeropuerto de Concepción (AC)-DM)–Concepción*	Lat. 23° 26´ Long. 57° 26´	1993 – 1997
Campo experimental del Chaco Central (CECHACO) DIA/ GTZ - Boquerón	Lat. 22° 20´ Long. 60° 01´	1989 – 1993

(*) Dependencia de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)

Para el cálculo del balance hídrico se utilizó un programa desarrollado por Babieri *et al.* (1991), basado en el método de Thornthwaite & Mather (1955), con coeficiente de cultivo (*kc*) que varía entre 0,70 a 1,05 recomendados por Doorenbos & Pruitt (1997) obedeciendo a los niveles de humedad del aire y velocidad media del viento, suponiendo una cobertura vegetal uniforme durante todo el año.

Fueron considerados tanto la cobertura vegetal como la profundidad media del sistema radicular uniformes y estables, asumiendo que en un cultivo comercial bien manejado (excepto el de primer año), el número de hijuelos se mantiene constantes; por tanto, se ven plantas de distintos tamaños distribuidas uniformemente en cualquier época del año. Por esta razón, a diferencia de los cultivos anuales, se utilizó un valor constante Capacidad de Agua Disponible (CAD) igual a 40 mm, conforme criterios de algunos autores (Doorenbos & Kassam, 1979; FAO, 1985; Ometto, 1988; IICA, 1996; Simao, 1998).

El ciclo de doce meses de cada período productivo de la banana, cuyo comienzo es el mes de agosto y final el mes de julio, fue padronizado para todas las localidades.

Con el resultado del *BH* se calculó la evapotranspiración relativa (ET_r/ET_m) para el ciclo total. Aplicando este resultado a la ecuación (1) se determinó la caída de rendimiento debido al déficit hídrico experimentado por el cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis del balance hídrico de cada uno de los ciclos del cultivo fueron analizados individualmente, llegando a observar que la deficiencia hídrica ha afectado en diferentes grados a cada localidad. Como ejemplo, se puede observar en la fig (1), que en la localidad de Tomás R. Pereira (CETRP), durante el ciclo agosto/92-julio/93, el cultivo del banano ha sido poco afectado por la deficiencia hídrica. Por otro lado, conforme a la fig. (2), en el Chaco Central (CECHACO), durante el ciclo agosto/92-julio/93, se ha tenido una alta deficiencia hídrica.

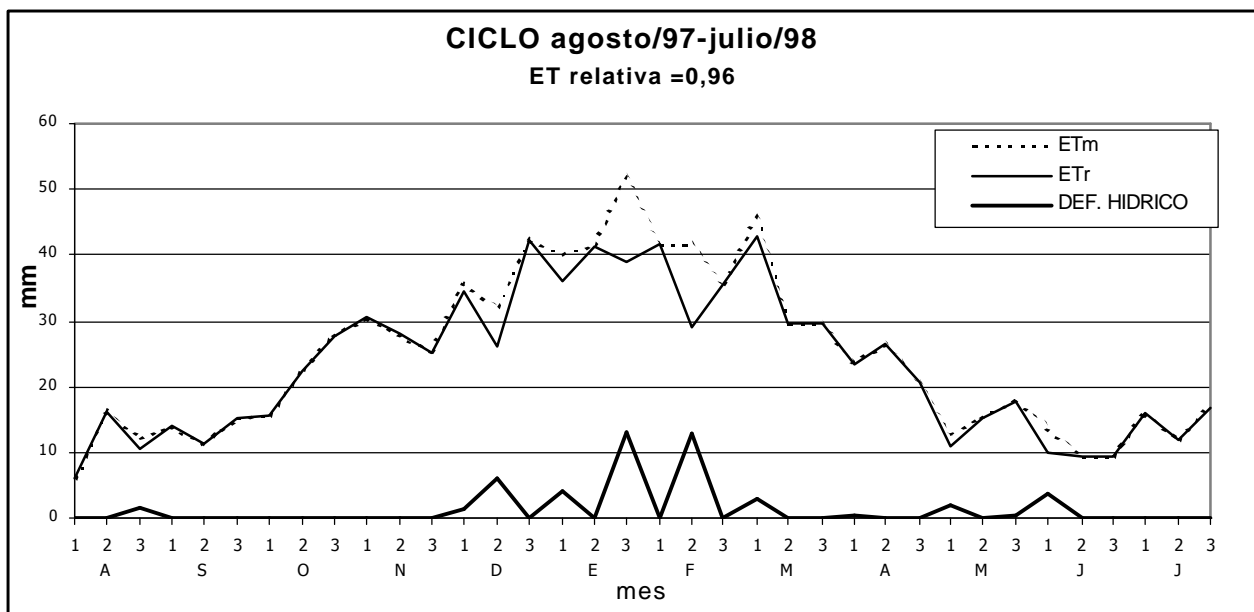


Figura 1. Balance hídrico del banano, correspondiente a la zona de Tomás R. Pereira (CETRP).

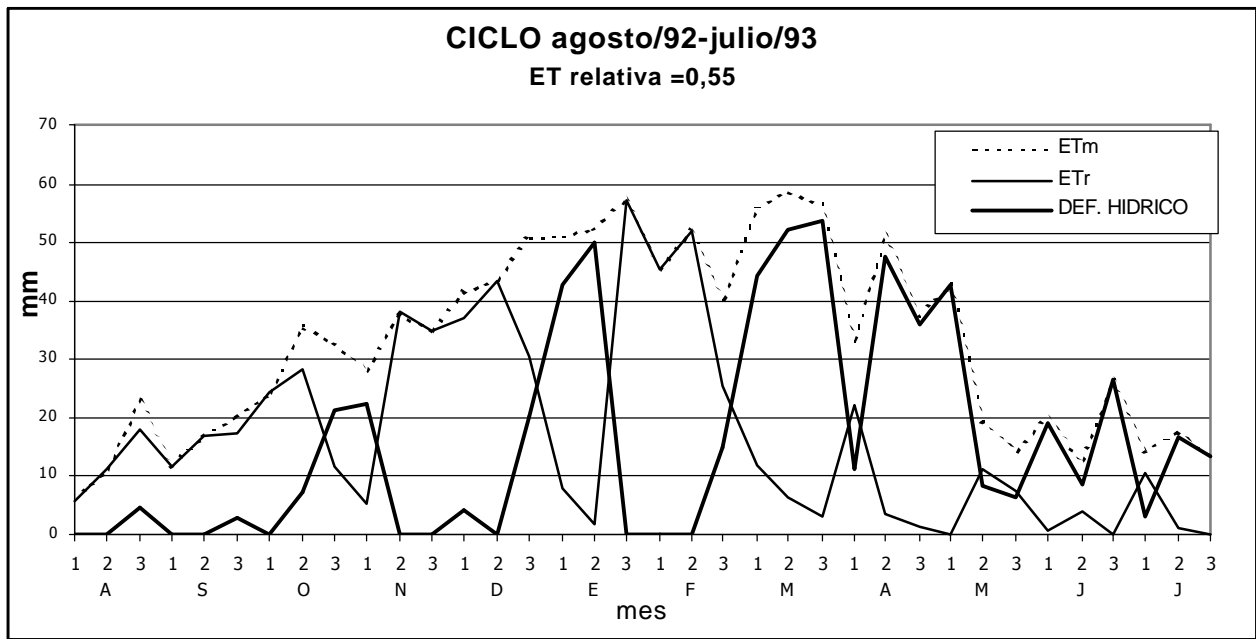


Figura 2. Balance hídrico del banano, correspondiente a la zona del Chaco Central (CECHACO)

En ambas figuras se aprecian la cantidad total de agua requerida (*ETm*) en cada período de diez días; la evapotranspiración en condiciones de campo (*ETr*) y el stress hídrico sufrido a lo largo del ciclo por el cultivo (*DEF. HIDRICO*).

Una vez obtenido los valores de la evapotranspiración relativa (ETr/ETm), ello se aplica al modelo utilizado. Como ejemplo, los valor de ET relativa (ETr/ETm) observados en las figuras de encima se aplican a la ecuación (1) de la siguiente manera:

$$(1-Yr/Ym) = 1,25 * (1 - 0,96) = 0,05 * 100 = \mathbf{5\%}$$

$$(1-Yr/Ym) = 1,25 * (1 - 0,55) = 0,562 * 100 = \mathbf{56,2\%}$$

Asi se observa que para la localidad de Tomás R. Pereira, durante el mencionado ciclo, hubo una disminución de 5% en la producción del banano debido a la deficiencia hídrica; mientras que en el Chaco Central se experimentó una caída de 56,2%. El resto de los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Caída de rendimiento de la banana debido al déficit hídrico correspondiente a nueve localidades del país.

LOCALIDAD	PERIODO (CICLO)	ET relativa (ET_r/ET_m)	DEF.HIDRICO ($1-ET_r/ET_m$)	COEFIC. K_y	CAIDA DE RENDIMIENTO %
CEFC	90-91	0,84	0,16	1,25	20,0
	91-92	0,91	0,09	1,25	11,2
	92-93	0,92	0,08	1,25	10,0
	93-94	0,94	0,06	1,25	07,5
MEDIA					12,2
CETRP	94-95	0,96	0,04	1,25	05,0
	95-96	0,83	0,17	1,25	21,2
	96-97	0,85	0,15	1,25	18,7
	97-98	0,95	0,05	1,25	6,20
MEDIA					12,8
CEY	94-95	0,88	0,12	1,25	15,0
	95-96	0,87	0,13	1,25	16,2
	96-97	0,82	0,18	1,25	22,5
	97-98	0,86	0,14	1,25	17,5
MEDIA					17,8
CECA	94-95	0,86	0,14	1,25	17,5
	95-96	0,82	0,18	1,25	22,5
	96-97	0,82	0,18	1,25	22,5
	97-98	0,90	0,10	1,25	12,5
MEDIA					18,8

Continuacion de la Talba 2.

LOCALIDAD	PERIODO (CICLO)	ET relativa (ET_r/ET_m)	DEF.HIDRICO ($1-ET_r/ET_m$)	COEFIC. K_y	CAIDA DE RENDIMIENTO %
IAN	94-95	0,81	0,19	1,25	23,5
	95-96	0,84	0,16	1,25	20,0
	96-97	0,80	0,20	1,25	25,0
	97-98	0,90	0,10	1,25	12,5
MEDIA					20,2
CETAPAR	94-95	0,85	0,15	1,25	18,7
	95-96	0,74	0,26	1,25	32,5
	96-97	0,77	0,23	1,25	28,7
	97-98	0,87	0,13	1,25	16,2
MEDIA					24,0
CECHO	94-95	0,75	0,25	1,25	31,2
	95-96	0,74	0,26	1,25	32,5
	96-97	0,86	0,14	1,25	17,5
	97-98	0,88	0,12	1,25	15,0
MEDIA					24,0
AC	93-94	0,81	0,19	1,25	23,7
	94-95	0,79	0,21	1,25	26,2
	95-96	0,81	0,19	1,25	23,8
	96-97	0,77	0,23	1,25	28,7
MEDIA					25,6
CECHACO	89-90	0,65	0,35	1,25	43,7
	90-91	0,48	0,52	1,25	65,0
	91-92	0,73	0,27	1,25	33,7
	92-93	0,55	0,45	1,25	56,2
MEDIA					49,6

Según los resultados de la Tabla anterior, en la Zona Central de la Región Occidental y Norte de la Oriental del Paraguay se presentan los mayores índices de efectos de la deficiencia hídrica, mientras que en la Zona Central y Este de esta última Región se tienen los valores más bajos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con el modelo adoptado y con los supuestos asumidos, permiten concluir que el cultivo del banano sufre una deficiencia hídrica en el orden del 4 al 52% en todo el país, lo que acarrea una caída en el rendimiento del 12,2 al 49,6%

En la Región Occidental del país, debido a la alta deficiencia hídrica, sería inapropiado implantar un cultivo comercial del banano; requeriría un volumen de agua muy grande para suplir dicho déficit, lo que haría que sea difícil que el cultivo sea rentable.

Los valores de caída de producción média puede servir como herramienta para una eventual selección de las mejores lugares conforme a las condiciones agroclimáticas para la plantación del banano, así como para realizar un estudio de viabilidad económica para la instalación de un sistema de irrigación con el fin de potencializar su producción.

BIBLIOGRAFIA

- BARBIERI, V.; TUON, R. L.; ANGELOCCI, L. R. Programa para microcomputador do balanço hídrico (Thornthwaite e Mather - 1955) para dados mensais e decendiais, normais e seqüências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, 1991. **Resumos**. Viçosa, MG., Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Universidade Federal de Viçosa, 1991. p297-299.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO. Riego y Drenaje, 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 204 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 24).
- ENCISO, C.R. (Editor). **El cultivo de la banana**. Caacupé: Instituto Agronómico Nacional - DIAN – MAG. 1998. 88p.
- IICA. Ministerio de Agricultura – Servicio Agrícola y ganadero – Departamento de Protección de los Recursos Naturales y Renovables. **Evaluación y clasificación cualitativa de la aptitud de la tierra para usos agrícolas específicos**. Santiago, 1996. 123p. (IICA. 2)
- FAO. Directivas: evaluación de tierras para la agricultura en secano. Roma, 1985. 228p. (FAO: Boletín de suelos. 52)
- MENDONÇA, P. de V. Sobre o novo método de balanço hidrológico do solo de Thornthwaite-Mather. In: CONGRESSO LUSO-ESPANHOL PARA O PROGRESSO DAS CIÊNCIAS, 24, Madrid, 1958. **Anais**. Madrid: Instituto Superior de Agronomia. 1958. p.271-282.
- OMETTO, J. C. **Frequência de irrigação em cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1988. 77p.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 760 p. 1998.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 38:55 - 94, 1948.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Climatology**, v.8, n.1, p.104, 1955.