

# COMPORTAMIENTO DE LA ALBAHACA BLANCA (*Ocimum basilicum* L.) ANTE REDUCCIONES DE LAS CANTIDADES DE AGUA APLICADA POR FASES DEL DESARROLLO

E. Jerez<sup>✉</sup> y L. Barroso

**ABSTRACT.** The present work was carried out with the objective of knowing which developing phase of white basil (*Ocimum basilicum* L.) is more affected by water deficit and to study growth disorders and water relations under these conditions. Seeds were put in six-liters-pots containing a substrate made up by soil and organic matter (filter cake) at a ratio 3:1 v/v. Treatments were controlled by the gravimetric method and consisted of varying the quantities of water applied during crop cycle divided in three phases: sowing-first branch, from the first branch to inflorescence in the main shoot and from here up to inflorescence in the lateral branches (harvest). Water consumption was by phase and totally determined and evaluations were carried out on height and biomass growth and water stage of plants. Responses to different variables allowed to define that the first phase in which water was differentially applied, resulted to be the highest affected by water deficit, which caused important height reductions, a smaller dry mass production and a lower leaf water potential with stomatal conductance decreases.

*Key words:* white basil, water deprivation, growth, stress, plant response, *Ocimum basilicum*

**RESUMEN.** El presente trabajo se realizó con el objetivo de conocer qué fase del desarrollo de la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) resulta más afectada por una deficiencia hídrica y las alteraciones que se producen en el crecimiento y las relaciones hídricas en esas condiciones. Se sembraron semillas en recipientes de seis litros de capacidad con un sustrato formado por suelo y materia orgánica del tipo cachaza en una relación 3:1 v/v. Los tratamientos se controlaron por el método gravimétrico y consistieron en variar las cantidades de agua aplicadas durante el ciclo del cultivo dividido en tres fases: siembra-primer par de hijos, del primer par de hijos a inflorescencia en el tallo principal y de aquí hasta inflorescencia en las ramas laterales (cosecha). Se determinó el consumo de agua por fase y total, y se realizaron evaluaciones del crecimiento en altura y biomasa y del estado hídrico de las plantas. Las respuestas en las distintas variables permitieron definir que la primera fase considerada en la que se aplicó el agua de forma diferenciada resultó la más afectada por el déficit hídrico, el cual provocó reducciones importantes en la altura, con una menor producción de masa seca y un potencial hídrico foliar más bajo con disminuciones en la conductancia estomática.

*Palabras clave:* albahaca blanca, privación del agua, crecimiento, estrés, respuesta de la planta, *Ocimum basilicum*

## INTRODUCCIÓN

La albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) es una especie de planta medicinal que se cultiva en un gran número de países por sus cualidades medicinales, aromáticas, ornamentales y melíferas. Su esencia es utilizada en la industria de perfumería y cosméticos, también como aromatizante de vinagre, vegetales en conserva y mostaza (1, 2).

En general, los trabajos realizados en esta especie no han sido suficientemente amplios en temáticas enfo-

cadadas a la ecofisiología, por lo que se cuenta con poca información acerca de esta ciencia en el cultivo y en particular de las relaciones hídricas, aspecto de consideración para el logro de un óptimo suministro de agua que permita un desarrollo adecuado de las plantas.

Bajo sistemas de producción sostenibles, en los que se debe desarrollar con fines de explotación la producción de plantas con propiedades medicinales, el análisis de las relaciones hídricas en las plantas contribuye a lograr un mayor conocimiento acerca de las necesidades hídricas de estas especies, lo que posibilitará realizar estudios encaminados al aumento de la eficiencia y el ahorro del agua de riego (3). En este sentido, resulta también de interés conocer, a partir de variaciones en la cantidad de agua aplicada en las diferentes fases, cuál de estas resulta más afectada por la disminución de la humedad en el suelo.

Dr.C. E. Jerez, Investigador Auxiliar del departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700; L. Barroso, Profesor Instructor del Centro Universitario de Guantánamo (CUG), km ½ carretera Santiago de Cuba, Guantánamo, Cuba

✉ ejerez@inca.edu.cu

El estrés hídrico es, sin lugar a dudas, uno de los más extendidos y afecta el desarrollo vegetal, no solo en zonas áridas sino en cualquier otra, donde la demanda evaporativa exceda a los aportes hídricos; sin embargo, debido a la complejidad de las relaciones hídricas en la planta, este no es un índice sencillo y no es más que el resultado de complejas interacciones entre factores de la rizosfera, la planta y la atmósfera, el que, además, se considera el principal factor que limita la productividad de las plantas, al afectar su crecimiento y sus diferentes funciones fisiológicas y metabólicas (4, 5, 6).

Tomando en consideración los elementos anteriormente expuestos, se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de conocer qué fase del desarrollo del cultivo resulta más afectado por una deficiencia hídrica y las alteraciones que se producen en el crecimiento y las relaciones hídricas de las plantas en esas condiciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar el trabajo se emplearon recipientes de seis litros de capacidad, con un sustrato compuesto por suelo Ferralítico Rojo compactado (7) y materia orgánica del tipo cachaza en una relación 3:1 v/v con las siguientes características físicas y químicas (Tabla I).

**Tabla I. Características físicas y químicas del sustrato**

	Índice de plasticidad	Arcilla (%)	Coficiente de dispersión (%)	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad natural (%)	Porosidad total (%)
Física	36.8	71.44	13.21	2.72	0.88	33.0	67.65
Química	K	C	Mg	P	MO	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	
	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	(mg.kg <sup>-1</sup> )	(%)		
	0.50	17.8	1.7	2125.0	7.58	7.6	

Se sembraron semillas de albahaca blanca de la variedad Gran Basilic en enero y abril de los años 1999 y 2000, teniéndose en cuenta para realizar los cambios de humedad en el suelo dos momentos diferentes durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, que fueron: primer par de hijos en las yemas axilares-floración en el tallo central y floración en el tallo central-corte. Los tratamientos se iniciaron a partir de los 30 días después de la germinación (emisión del primer par de hijos en las yemas axilares). Se conformaron seis tratamientos de humedad en el suelo que se describen en la Tabla II.

**Tabla II. Tratamientos que representan niveles de humedad variable en el suelo**

Tratamientos	Siembra-primer par de hijos 0-30 días (% de humedad)	Primer par de hijos-floración en el tallo central 30-50 días (% de humedad)	Floración tallo central-corte 50-75 días (% de humedad)
1	80	100	100
2	80	80	40
3	80	60	40
4	80	40	80
5	80	40	60
6	80	80	60

El control de los tratamientos se realizó a través del método gravimétrico, es decir, pesajes diarios de las macetas para agregar el agua perdida por evapotranspiración y de acuerdo con los porcentajes definidos, lo cual permitió conocer el consumo de agua. Cada tratamiento estuvo conformado por 30 macetas, que fueron distribuidas siguiendo un diseño completamente aleatorizado. Los recipientes fueron colocados en un área techada con polietileno transparente para controlar las precipitaciones.

**Evaluaciones realizadas.** Se midió la altura de las plantas (cm), a partir de la base del tallo hasta la yema apical, en 10 plantas por cada tratamiento y se determinó el crecimiento de biomasa (masa seca) de los órganos de las plantas (hojas y tallos) en el momento del cambio de tratamiento, en 10 plantas por tratamiento en cada determinación. Las muestras fueron secadas en estufa a 80°C hasta masa constante.

El potencial hídrico foliar (MPa) se determinó con una cámara de presión del tipo Schölander, coincidiendo con el cambio de humedad en el suelo, para lo cual se tomaron tres hojas por tratamiento y se siguió la metodología establecida (8).

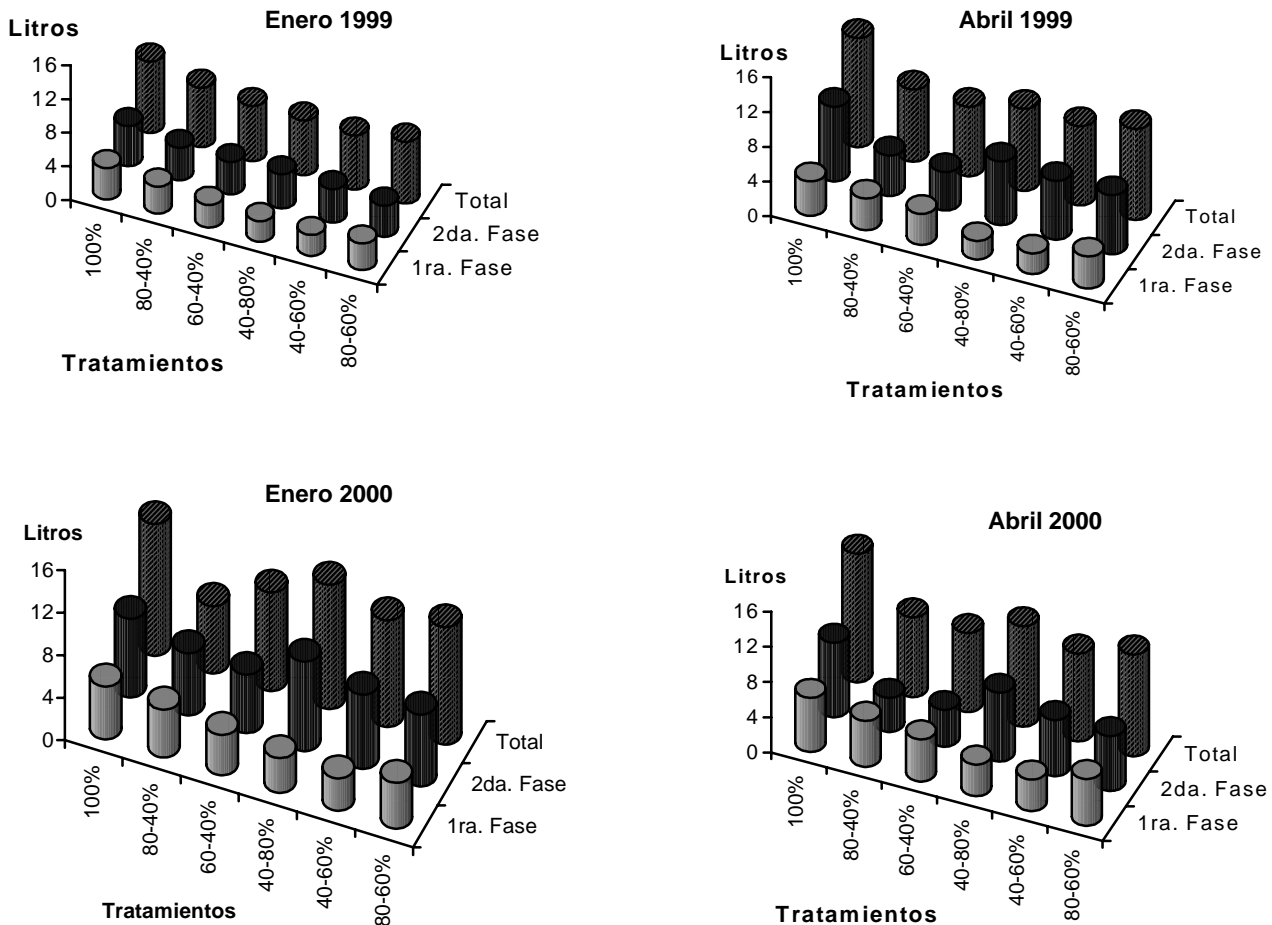
La conductancia estomática fue determinada empleando un porómetro de difusión (modelo Delta-T Device AP-3), realizándose las mediciones en el mismo momento que el potencial hídrico foliar en cinco hojas. Ambas variables del estado hídrico fueron realizadas entre las 10 y 11 a.m.

Para analizar los resultados se utilizó un ANOVA de clasificación simple y donde fue necesario se aplicó la prueba de comparación de Rangos Múltiples de Duncan (9) con  $p \leq 0.005$  %; además, se calculó donde fue necesario la desviación típica de las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra el consumo de agua por evapotranspiración (por fase y total), al someter las plantas a niveles de humedad variables en el suelo. Los valores más elevados correspondieron al tratamiento en que se aplicó el 100 % de las pérdidas, con independencia de las fases consideradas, aspecto en el que se destacan también los tratamientos que contaron con altos niveles de humedad en el suelo, tanto en la primera fase como en la segunda.

Al analizar el consumo de agua en función de la edad de las plantas, se encontró que este incrementó con la edad y en correspondencia con el abastecimiento hídrico dado al suelo, representado por los diferentes tratamientos. Así, en la primera fase (primer par de hijos en las yemas axilares hasta la floración en el tallo central) se encontraron los valores de consumo de agua más bajos para todos los tratamientos y más acentuado en aquellos que contaron con el más bajo nivel de humedad en el suelo, para las dos fechas de siembra y los dos años de estudio.



**Figura 1. Consumo de agua por evapotranspiración por fase y total (1ra. fase: emisión del primer par de hijos en las yemas axilares hasta floración en el tallo central; 2da. fase: floración en el tallo central hasta el corte) de plantas sometidas a niveles de humedad variables en el suelo en dos fechas de siembra**

En la segunda fase (floración en el tallo central hasta el corte) se obtuvieron los volúmenes de consumos de agua más elevados en ambas fechas de siembra y para todos los tratamientos evaluados, con excepción de la siembra de abril 2000, en que los tratamientos 80-40 y 60-40 % del agua disponible en el suelo mostraron un consumo inferior a la primera fase evaluada.

El comportamiento observado en cuanto al consumo de agua, afectado por los niveles de humedad presentes en el suelo, corrobora lo señalado en cuanto al transporte del agua en condiciones de poca humedad en el suelo, el que provoca una disminución en la conductividad hidráulica del tallo (10, 11), se afecta la absorción de agua (12, 13, 14) y en esas condiciones también se ha encontrado que se rompe la columna de agua de la corriente transpiratoria al estar sometida a fuertes tensiones (14, 15, 16), lo cual limita, en gran medida, que ocurran pérdidas de agua mayores.

La respuesta de las plantas en cuanto al crecimiento en altura se puede observar en la Tabla III. Se destaca que el comportamiento se vio favorecido en los tratamientos que contaron con un suministro adecuado de agua (100, 80-60 y 80-40 % del agua disponible en el suelo), lo

cual justifica la importancia de un buen abastecimiento hídrico hasta los 50 días después de la siembra en este cultivo, momento este que se corresponde con la fase de floración en el tallo central y en el que las plantas han logrado un incremento sostenido de su superficie foliar.

Al evaluar las dos fechas de siembra, se obtuvo que las mayores alturas se logran cuando se realizaron las siembras en el mes de abril, independientemente de los tratamientos estudiados, lo que indica una influencia marcada de los factores ambientales no controlados.

Es importante destacar que cuando se limitó el suministro de agua hasta los 50 días después de la siembra, se vio reducido el crecimiento en altura representado fundamentalmente por los tratamientos 40-80 y 40-60 % del agua disponible en el suelo, los cuales al aportar poca humedad, limitaron en gran medida el desarrollo de las plantas en todos los sentidos.

El comportamiento seguido por esta variable indica la sensibilidad del cultivo en la primera fase considerada el déficit de humedad en el suelo, corroborando lo planteado anteriormente referido al consumo de agua por evapotranspiración, el cual fue limitado en la primera fase por el déficit hídrico en el suelo.

**Tabla III. Resultado de la medición de la altura (cm) en plantas sometidas a niveles de humedad variables en el suelo en dos fechas de siembra (enero y abril)**

Tratamientos (%)	Primer par de hijos en las yemas axilares		Floración en el tallo central		Corte	
	Promedio	Promedio	Significación	Promedio	Significación	
<b>Siembra de enero 1999</b>						
100	9.36	41.3	NS	42.28 a	***	
80-40	9.36	38.9	Es=2.22	41.2 ab	Es=0.82	
60-40	9.36	37.4		39.00 b		
40-80	9.36	35.5		36.40 c		
40-60	9.36	36.3		36.70 c		
80-60	9.36	35.7		41.0 ab		
<b>Siembra de abril 1999</b>						
100	9.92	49.8 a	***	57.2 a	***	
80-40	9.92	50.8 a	Es=0.65	56.8 ab	Es=0.89	
60-40	9.92	49.6 a		54.4 bc		
40-80	9.92	45.0 b		51.9 cd		
40-60	9.92	45.3 b		49.6 d		
80-60	9.92	50.5 a		57.2 a		
<b>Siembra de enero 2000</b>						
100	7.44	47.8 a	**	52.2 a	***	
80-40	7.44	45.2 ab	Es=0.94	49.6 b	Es=0.81	
60-40	7.44	44.4 b		48.2 b		
40-80	7.44	43.0 b		45.0 c		
40-60	7.44	44.4 b		45.6 c		
80-60	7.44	48.0 a		48.4 b		
<b>Siembra de abril 2000</b>						
100	8.50	54.67 a	***	56.7 ab	***	
80-40	8.50	50.0 a	Es=1.78	53.9 b	Es=1.00	
60-40	8.50	40.83 b		53.7 b		
40-80	8.50	40.50 b		45.8 c		
40-60	8.50	43.33 b		44.10 c		
80-60	8.50	54.5 a		58.2 a		

Medias con letras distintas difieren significativamente, según prueba de Duncan a  $P < 0.005$

Desde el punto de vista cuantitativo, el crecimiento de las plantas ha sido ampliamente estudiado en condiciones de estrés de humedad en el suelo y las respuestas observadas en este caso para la variable que se analiza corroboran los planteamientos hechos por diferentes autores en este sentido (4, 6, 17, 18, 19).

La masa seca de hojas y tallos de plantas sometidas a niveles de humedad variable en el suelo se presenta en las Tablas IV y V. Los resultados para estas variables presentaron diferencias significativas en la mayoría de los muestreos efectuados en las dos últimas fases del cultivo y las plantas que contaron con un buen abastecimiento hídrico lograron una mayor acumulación de masa seca en hojas y tallos, lo cual se corresponde con los resultados observados para la altura de las plantas.

En los primeros estadios del desarrollo hasta los 50 días después de la siembra (floración en el tallo central), se encontraron buenos resultados también en los tratamientos 80-60 y 80-40 % del agua disponible en el suelo, que aunque en ocasiones no mostraron diferencias significativas con otros tratamientos, sí manifestaron ligeros incrementos fundamentalmente en el caso de las hojas.

Los tratamientos 40-80 y 40-60 % reflejaron un comportamiento contrario a lo anteriormente descrito, debido al bajo contenido de humedad en esa primera etapa y reafirma la susceptibilidad de la primera etapa del cultivo a la carencia de agua en el suelo.

De acuerdo con los resultados, se detectó que la producción de biomasa se afectó de forma considerable, cuando la humedad presente en el suelo disminuyó hasta el 40 %, sobre todo cuando este nivel de humedad es aplicado en la primera fase considerada, tratamientos estos en los que se alcanzaron las producciones más bajas.

Con respecto a la producción de biomasa, además de la fotosíntesis, otros procesos de síntesis también se ven disminuidos por el efecto del estrés hídrico (5, 20, 21) y son los causantes de las afectaciones encontradas en los tratamientos menos abastecidos de agua. Como consecuencia de esas condiciones adversas, la distribución de asimilatos también resulta severamente afectada (22).

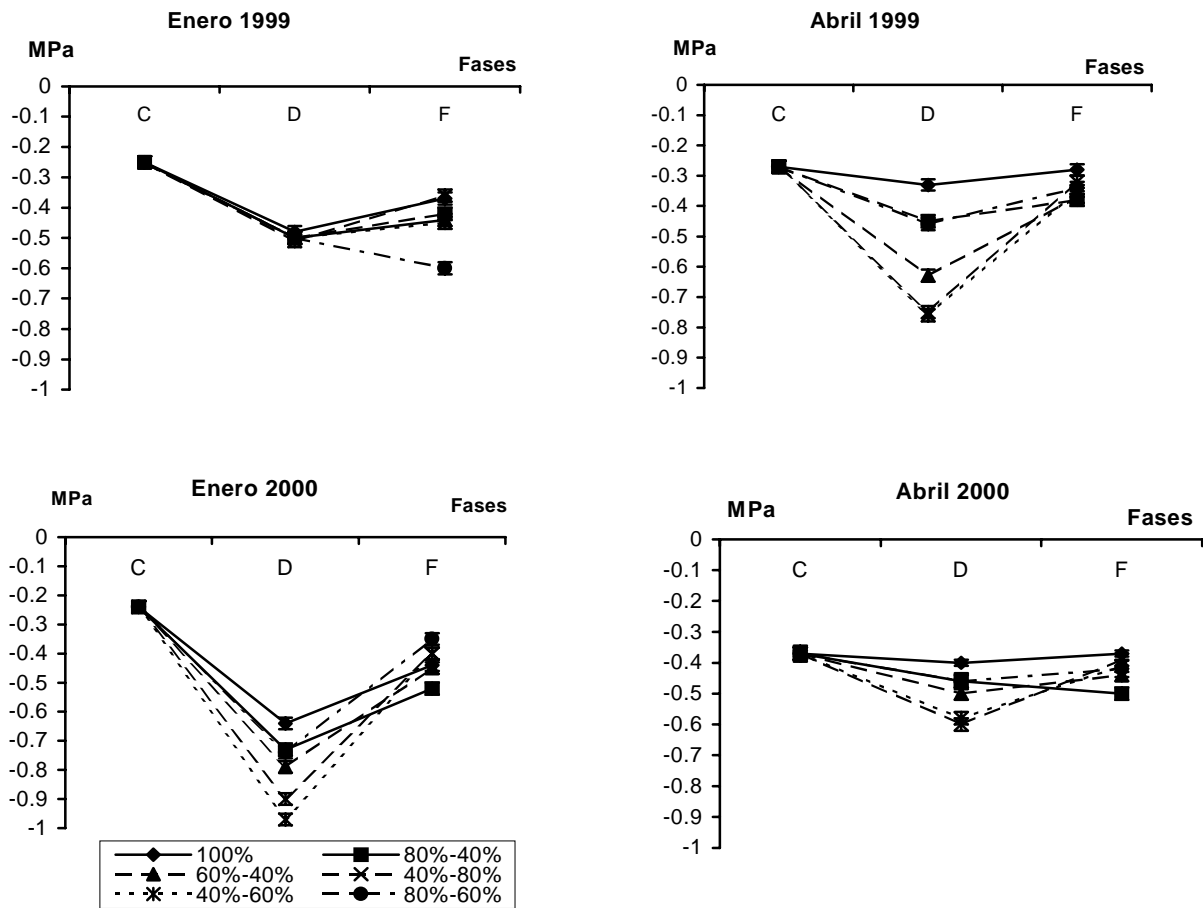
En cuanto a las relaciones hídricas, el potencial hídrico foliar (Figura 2) mostró variaciones en sus valores provocadas por el efecto de los tratamientos empleados, los que se hacen más evidentes en la evaluación efectuada en la segunda fase considerada, la que coincide con un momento fisiológico importante del vegetal, en el que la demanda por el agua se acrecienta. Se destaca cómo al final del período, las plantas comienzan a mostrar una cierta recuperación, lo cual ocurre fundamentalmente en los tratamientos en que se aplicó una mayor cantidad de agua al suelo (23).

**Tabla IV. Contenido de masa seca (g) en hojas de plantas sometidas a niveles de humedad variables en el suelo en dos fechas de siembra (enero y abril)**

Tratamientos (%)	Primer par de hijos en las yemas axilares Promedio	Floración en el tallo central		Corte	
		Promedio	Significación	Promedio	Significación
<b>Siembra de enero 1999</b>					
100	0.15	3.47 ab	*	6.75 a	***
80-40	0.15	3.34 b	Es=0.11	5.70 b	Es=0.15
60-40	0.15	3.25 b		5.27 b	
40-80	0.15	3.19 b		5.72 b	
40-60	0.15	3.33 b		5.71 b	
80-60	0.15	3.76 a		6.76 a	
<b>Siembra de abril 1999</b>					
100	0.48	5.41 a	***	17.48 a	***
80-40	0.48	4.76 bc	Es=0.11	14.58 b	Es=0.14
60-40	0.48	4.59 bcd		13.00 c	
40-80	0.48	4.34 d		12.76 c	
40-60	0.48	4.53 cd		12.66 c	
80-60	0.48	4.88 b		14.30 b	
<b>Siembra de enero 2000</b>					
100	0.15	5.26 a	**	9.00 ab	**
80-40	0.15	4.58 b	Es=0.23	7.53 bc	Es=0.57
60-40	0.15	3.84 b		7.23 bc	
40-80	0.15	4.36 b		6.63 c	
40-60	0.15	4.32 b		7.37 bc	
80-60	0.15	4.44 b		10.17 a	
<b>Siembra de abril 2000</b>					
100	1.41	3.99	NS	7.97 a	***
80-40	1.41	3.41	Es=0.32	6.69 b	Es=0.25
60-40	1.41	3.46		6.57 bc	
40-80	1.41	3.27		6.58 bc	
40-60	1.41	3.06		5.90 c	
80-60	1.41	3.91		7.76 a	

Medias con letras distintas difieren significativamente, según prueba de Duncan a  $P < 0.005$ **Tabla V. Contenido de masa seca (g) en tallos de plantas sometidas a niveles de humedad variables en el suelo en dos fechas de siembra (enero y abril)**

Tratamientos (%)	Primer par de hijos en las yemas axilares Promedio	Floración en el tallo central		Corte	
		Promedio	Significación	Promedio	Significación
<b>Siembra de enero 1999</b>					
100	0.05	3.15	*	5.66 a	***
80-40	0.05	2.76	Es=0.19	5.25 bc	Es=0.13
60-40	0.05	2.57		5.11 cd	
40-80	0.05	2.49		4.99 cd	
40-60	0.05	2.47		4.79 d	
80-60	0.05	2.73		5.58 ab	
<b>Siembra de abril 1999</b>					
100	0.10	3.63 a	*	12.34 a	***
80-40	0.10	3.68 a	Es=0.12	11.38 b	Es=0.15
60-40	0.10	3.34 ab		10.38 c	
40-80	0.10	3.21 b		9.94 cd	
40-60	0.10	3.32 ab		9.72 d	
80-60	0.10	3.61 a		12.50 a	
<b>Siembra de enero 2000</b>					
100	0.03	3.38 a	***	6.77	NS
80-40	0.03	3.22 a	Es=0.15	5.67	Es=0.38
60-40	0.03	3.06 a		5.53	
40-80	0.03	3.14 a		5.67	
40-60	0.03	2.22 b		5.90	
80-60	0.03	3.18 a		6.97	
<b>Siembra de abril 2000</b>					
100	0.77	4.73 a	**	7.55 a	***
80-40	0.77	2.56 b	Es=0.35	6.23 b	Es=0.23
60-40	0.77	2.52 b		6.27 b	
40-80	0.77	2.31 b		5.70 b	
40-60	0.77	2.32 b		4.97 c	
80-60	0.77	3.38 b		6.13 b	



**Figura 2. Evaluación del potencial hídrico foliar en plantas sometidas a niveles de humedad variables en el suelo en dos fechas de siembra (C: primer par de hijos en las yemas axilares, D: inflorescencia en el tallo principal y F: corte). Las barras verticales representan el error estándar de las medias**

Es necesario destacar que pequeños cambios ambientales provocan variaciones extensivas y rápidas en esta variable (24), lo cual es posible apreciar al observar las variaciones detectadas en los distintos momentos en que se realizó el experimento.

La conductancia estomática aunque manifestó las variaciones correspondientes a los niveles de humedad impuestos por los tratamientos, tuvo además una relación muy estrecha con el comportamiento seguido por el potencial hídrico foliar, aspecto que resulta de interés, porque en múltiples experimentos en que ambas variables han sido objeto de estudio, se ha encontrado una relación directa entre ellas (25).

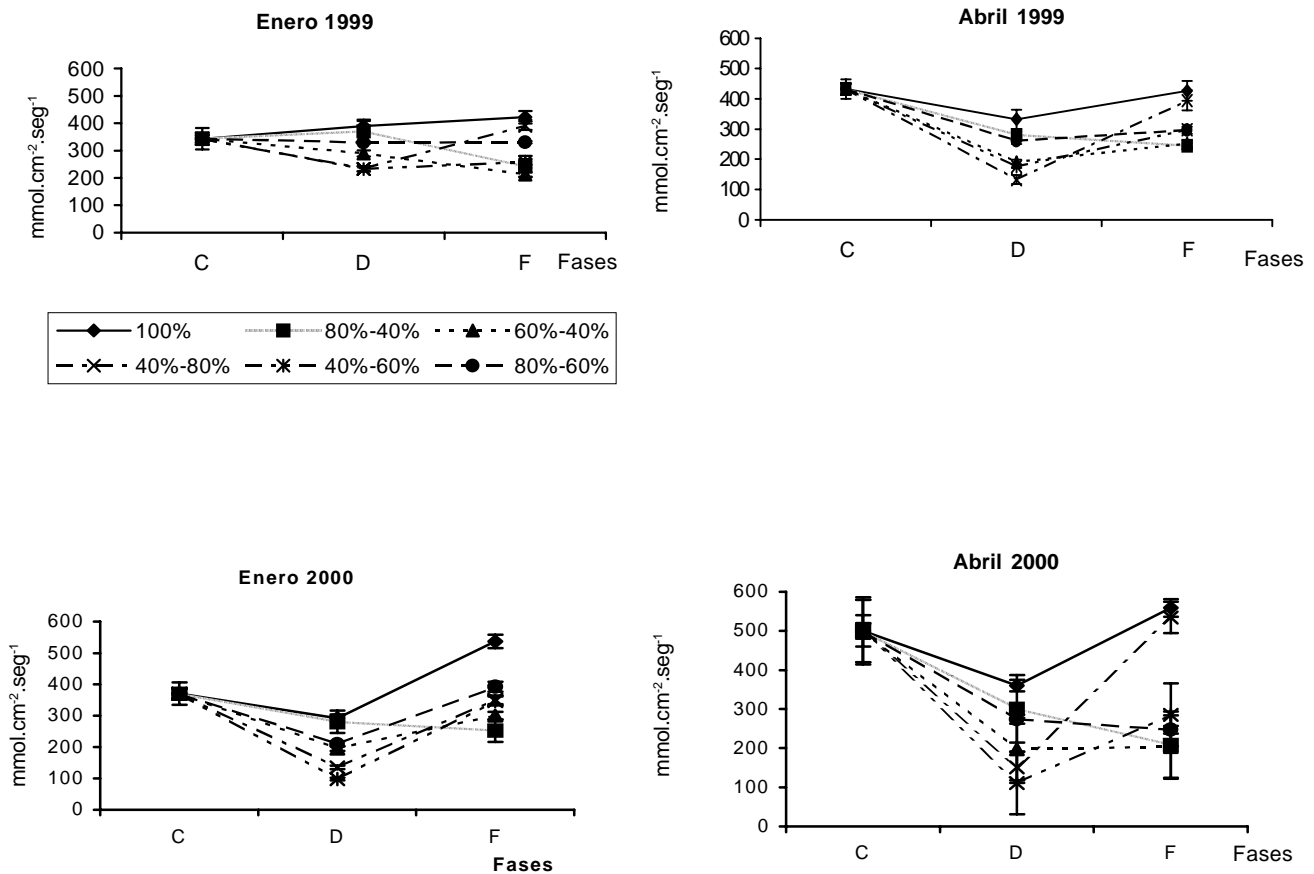
El comportamiento de la conductancia estomática (Figura 3) muestra una disminución alrededor de los 50 días de la plantación, lo cual es menos perceptible en el primer experimento; su incremento al final se hace evidente, en lo fundamental, en los tratamientos bien abastecidos de agua y ocurre con más exactitud en las siembras efectuadas en el mes de abril, todo lo cual no es más que una respuesta a los cambios ambientales que se presentan en dicha siembra, respecto a las de enero; sin embargo, los mecanismos envueltos en las respues-

tas estomáticas a este tipo de situaciones son múltiples y, en la mayoría de los casos, tienen diferentes efectos cuantitativos (23).

Se ha señalado, también, que son necesarias pocas variaciones en la humedad del suelo para provocar disminuciones en la conductancia estomática (24).

Las disminuciones observadas en la conductancia estomática pudieran estar asociadas, entre otras cosas, al papel que juegan los estomas en las plantas, ya que ellos ejercen un control necesario de las pérdidas de agua, pero a su vez, permiten el proceso fotosintético dentro de ciertos límites (25). Este autor se une a otros para plantear que el primer papel de los estomas es evitar daños a las plantas por el déficit hídrico.

De acuerdo con los resultados encontrados en las variables analizadas en este trabajo, se puede señalar a manera de conclusión que la primera fase considerada resultó ser la más afectada por niveles bajos de humedad en el suelo, pues al estar sometidas las plantas a esa condición provocó que ellas alcanzaran una menor altura, con una menor producción de masa seca y a su vez no fue más que la respuesta al estado hídrico, al mostrar un potencial hídrico más bajo, con disminuciones en la conductancia estomática.



**Figura 3. Evaluación de la conductancia estomática en plantas sometidas a niveles de humedad variables en el suelo en dos fechas de siembra (C: primer par de hijos en las yemas axilares, D: inflorescencia en el tallo principal y F: corte). Las barras verticales representan el error estándar de las medias**

Se puso de manifiesto además que esta especie, como muchas otras, resultó ser sensible al estrés hídrico, pero una vez restablecidas las condiciones normales de humedad en el suelo, es capaz de recuperarse de esa situación, al tratar de alcanzar los valores mostrados por las plantas del tratamiento control.

## REFERENCIAS

1. Cheping, N. Plantas Medicinales. La Habana : MINSAP, 1993.
2. Barroso, L.; Jerez, E.; Morales, D. y Cartaya, O. Comportamiento de la especie *Ocimum basilicum* L. bajo diferentes niveles de humedad y sin la utilización de agrotóxicos. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 1998, vol. 6, p. 15-21.
3. Galego, R. Evaluación del impacto de la sequía en distintos períodos fenológicos del albaricoquero. Mecanismos de resistencia. [Tesis de Grado] (CEBAS). Murcia, España. 1998.
4. Frensch, J. Primary responses of root and leaf elongation to water deficits in the atmosphere and soil solution. *J. Exp. Bot.*, 1997, vol. 48, p. 985-999.
5. Clifford, S.C. The role of solute accumulation, osmotic adjustment and changes in cell wall elasticity in drought tolerance in *Ziziphus Mauritania* (Lamk). *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 967-977.
6. Lu, Z. y Neumann, P. Water-stressed maize, barley and rice seedlings show species diversity in mechanisms of leaf growth inhibition. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 1945-1952.
7. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : Agrinfor, 1999, 64 p.
8. Turner, N.C. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant Soil.*, 1981, vol. 58, p. 339-366.
9. Cochran, W. y Cox, G. Diseños experimentales. C. México. Ed. Trellas, p. 132-135, 1990.
10. Barrowelough, D. E., Peterson, C. A. y Steudle, E. Radial hydraulic conductivity along developing onion roots. *J. Exp. Bot.*, 2000 vol. 51, p. 547-557.
11. Canny, M. J. Contributions to the debate on water transport. *Am. J. Bot.*, 2001, vol. 88, p. 43-46.
12. Steudle, E. y Peterson, C. A. How does water get through roots?. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 775-788.
13. Hose, E.; Esteudle, E. y Hartung, W. Abscisic acid and hydraulic conductivity of maize roots: a study using cell- and root-pressure probes. *Planta*, 2000, vol. 211, p. 874-882.

14. Steudle, E. The cohesion-tension mechanism and the acquisition of water by plant roots. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 2001, vol. 52, p. 847-875.
15. Tyree, M. The cohesion-tension theory of ascent: current controversies. *J. Exp. Bot.*, 1997, vol. 48, p. 1753-1765.
16. Wei, C.; Steudle, E. y Tyree, M. T. Water ascent in plants: do ongoing controversies have a sound basis?. *Trends Plant Science*, 1999, vol. 4, p. 372-375.
17. Lovisolo, C. y Schubert, A. Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 693-700.
18. Steudle, E. Water uptake by roots: effects of water deficit. *J. Exp. Bot.*, 2000 vol. 51, p. 1531-1542.
19. Lu, Z. y Neumann, P. Water stress inhibits hydraulic conductance and leaf growth in rice seedlings but not the transport of water via mercury-sensitive water channels in the root. *Plant Physiol.*, 1999, vol. 120, p. 143-152.
20. Jagtap, V.; Bhargava, S.; Streb, P. y Feierabend, J. Comparative effect of water, heat and light stresses on photosynthetic reaction in *Sorghum bicolor* (L) Moench. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 1715-1721.
21. Jarvis, A. y Davies, W. J. The coupled response of stomatal conductance to photosynthesis and transpiration. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 399-406.
22. Balibrea, M. E.; Dell'Amico, J.; Bolarín, M. C. y Perez-Alfocea, F. Carbon partitioning and sucrose metabolism in tomato plants growing under salinity. *Physiol. Plant*, 2000, vol. 110, p. 503-511.
23. Tardieu, F. y Simonneau, T. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modelling isohydric and anisohydric behaviours. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 419-432.
24. Croker, J. L.; Witte, W. T. y Augé, R. M. Stomatal sensitivity of six temperate, deciduous tree species to non-hydraulic root-to-shoot signaling of partial soil drying. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 761-774.
25. Jones, H. G. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. *J. Exp. Bot.*, 1998, vol. 49, p. 387-398.

Recibido: 20 de noviembre del 2001

Aceptado: 6 de junio del 2002

# DIPLOMADOS

Precio: 500 USD

*Tratamiento poscosecha de productos agrícolas*

*Coordinador: Dra.C. Inés Reynaldo Escobar*

*Duración: 1 año*



## **SOLICITAR INFORMACIÓN**

**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación, Servicios Informativos**  
**y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba. CP 32700**  
**Telef: (53) (64) 6-3773**  
**Fax: (53) (64) 6-3867**  
**E.mail: posgrado@inca.edu.cu**