

## EFECTO DEL PATRÓN Y LA FRECUENCIA DE RIEGO SOBRE EL NIVEL FOLIAR DE PROLINA EN EL NARANJO 'VALENCIA'

Manuel Wagner\*, Gastón Laborem\*, Gerardo Medina\* y Luis Rangel\*

### RESUMEN

Se estudió el efecto de tres patrones y tres intervalos de riego sobre el nivel foliar de prolina en el naranjo (*Citrus sinensis*) cv. Valencia de cuatro años de edad. Los intervalos de riego fueron de 5, 10 y 15 días, y los patrones fueron mandarina Cleopatra (*Citrus reshni*), limón Volkameriana (*Citrus volkameriana*) y citrange Carrizo (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*). El estudio se realizó en un suelo Fluventic Haplustolls, franco arenoso, utilizando un ensayo en parcelas divididas con cinco repeticiones. Se encontraron diferencias estadísticas por efecto del patrón, donde el limón Volkameriana mostró los mayores niveles de prolina y el citrange Carrizo los menores. Por otra parte, no se pudo demostrar en este ensayo una asociación entre el nivel de sequía y los niveles del aminoácido.

### ABSTRACT

#### Effect of the rootstock and irrigation frequency on the level foliar proline in 'Valencia' orange tress

The effect of three citrus rootstocks and three irrigation intervals on foliar level of the aminoacid proline was studied in 4-year old 'Valencia' orange trees. The rootstocks Cleopatra mandarin (*Citrus reshni*), Volkamer lemon (*Citrus volkameriana*), and Carrizo citrange (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*), and the irrigation intervals of 5, 10 and 15 days were used. The trial was conducted in a Fluventic Haplustolls, sandy loam soil, using a split plot desing with nine treatments and five replications. Volkamer lemon showed the highest level of proline, being statically superior to that for Carrizo citrange. On the other hand, no consistent relationship between the aminoacid and the irrigation intervals could be detected.

### INTRODUCCIÓN

El contenido del aminoácido prolina en hojas varía entre las diferentes especies y constituye un indicador del déficit hídrico al cual ha sido sometida una planta. Al respecto, Laborem, (1995) indica que la acumulación de prolina en hojas de plantas sometidas a estrés por sequía está asociada a una constante pérdida de la capacidad de transporte del nitrógeno, lo que pone de manifiesto que la acumulación del aminoácido es un síntoma claro de la respuesta al deterioro por el déficit hídrico y no a una característica adaptativa del valor de supervivencia. En este sentido Jerez (1987) menciona que la síntesis de la prolina se realiza a partir del ácido glutámico, tanto en condiciones normales como bajo estrés hídrico. Asimismo, Jerez (1987) y Sanson (1991) mencionan que la prolina puede ser un factor importante de resistencia a la sequía en algunos cultivos. Por otra parte, Marchal (1995) encontró

que en plantas de mandarina el patrón utilizado puede afectar las características bioquímicas del injerto. En base lo anterior a través de este trabajo se evaluó el efecto de tres patrones y tres intervalos de riego sobre el contenido foliar de prolina en el naranjo 'Valencia'.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en terrenos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) en Maracay, estado Aragua, con coordenadas de 10° 14' N y 67° 37' W y altitud sobre el nivel del mar de 455 m. La zona se clasifica como Bosque Seco Tropical Subhúmedo (Ewel y Madriz, 1968), presentando una precipitación anual de 979 mm, temperatura media de 24,6 °C y evaporación anual de 2.391 mm (Wagner et al., 1995). Aplicando el método de balance hídrico de Thornthwaite (Papadakis, 1980), el lugar bajo estudio presenta

---

Recibido: Junio 8, 1998

\* Investigador. FONAIAP-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apdo. 4653. Maracay. Venezuela

gran déficit en los meses de enero, febrero y marzo, abril y diciembre con moderado déficit hídrico y el resto del año sin déficit hídrico.

Se injertó naranjo 'Valencia' sobre mandarina Cleopatra, limón Volkameriana y citrange Carrizo, los cuales fueron transplantados de recipientes de 200 litros de capacidad en donde originalmente fueron estudiados (Laborem, 1995). Las plantas con cuatro años de desarrollo fueron llevadas al campo en el año 1992 a un suelo Fluventic Haplusths franco arenoso (Cuadro 1), separadas 3x5m. Se aplicó fertilizante al momento del trasplante, y luego sistemáticamente cada tres meses, utilizando 150 g de úrea y 150g de cloruro de potasio por planta. Los tratamientos de riego consistieron en intervalos de 5, 10 y 15 días. Se usó un diseño experimental completamente aleatorizado formando nueve tratamientos con cinco repeticiones.

A cada planta, desde el inicio y luego cronológicamente para cada intervalo de riego, se le aplicó 120 litros de agua (38,2 mm) en un área circular de 3,14 m<sup>2</sup>. El período de riego comenzó en el momento que finalizaron las lluvias en el mes de noviembre. Durante el período de lluvias no se aplicó riego.

Se determinó la humedad gravimétrica del suelo antes de aplicar el riego en cada tratamiento mediante muestras triplicadas a 0-20, 20-40 y 40-60 cm de profundidad. El resultado obtenido

fue transformado a humedad volumétrica utilizando la densidad aparente en cada estrato. Posteriormente, se determinó la fracción volumétrica de humedad faltante (FVHF) y el coeficiente de agotamiento (CA) a partir de las siguientes relaciones:

$$CA = \frac{FVHF}{FVaa} \times 100$$

$$FVHF = FVcc - FV$$

$$FVaa = FVcc - FVpmp$$

donde:

FV = fracción volumétrica de humedad antes del riego

FVaa = fracción volumétrica de agua aprovechable

FVcc = fracción volumétrica a capacidad de campo (columna de 0,033 MPa en el Cuadro 1)

FVpmp = fracción volumétrica en el punto de marchitez permanente (columna de 1,5 MPa en el Cuadro 1).

Asimismo, se determinó la tensión de humedad promedio para los diferentes coeficientes de agotamiento a partir de los valores característicos de retención de humedad del suelo.

**Cuadro 1.** Características físicas del suelo donde se evaluó el efecto de los patrones cítricos y del riego sobre el contenido foliar de prolina

Prof. (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura	Clasificación Taxonómica	Permeabilidad (cm/h)	Macro-porosidad (%)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	Retención de humedad (% vol.)	
										0,033Mpa	1,5MPa
0-20	75	14	11	Fa	Fluventic Haplustolls	0,32	8,1	1,51	1,15	16,04	4,13
20-40	77	14	9	Fa	Fluventic Haplustolls	0,58	7,9	1,63	1,31	15,83	4,95
40-60	75	16	9	Fa	Fluventic Haplustolls	0,69	13,1	1,59	0,75	16,28	5,06

Análisis realizado en el laboratorio de suelo del CENIAP-IIRA. Maracay

Para la determinación del contenido de prolina, se tomaron muestras foliares en número de dos antes de aplicar el riego durante los meses de octubre y diciembre de 1993. Las muestras provenían de ramas con hojas completamente desarrolladas en número de seis por planta. La determinación se realizó colorimétricamente mediante el método de Bates et al. (1973).

El análisis de varianza y prueba de medias de los resultados se realizó empleando la rutina del

General Linear Model y el Statistical Analysis System.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 muestra los valores del contenido de prolina en las hojas del naranjo 'Valencia' en los meses de octubre y diciembre, de acuerdo al patrón utilizado y al intervalo entre riegos. Se destaca que el patrón Volkameriana presentó la

mayor concentración del aminoácido con valores que fueron estadísticamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) a los del citrange Carrizo durante los meses de evaluación. El patrón Cleopatra mostró siempre valores intermedios. En trabajos previos, Torres et al. (1986) y Laborem (1995) han reportado diferencias significativas en el contenido de prolina entre el injerto y el patrón en hojas de cítricos.

Las plantas que estuvieron sometidas al mayor déficit hídrico (regadas a intervalos de 15 días) mostraron, en promedio, la mayor concentración

de prolina con valores de 27,29  $\mu\text{mol/g}$  de materia fresca (Cuadro 2). En este sentido, Bredvan y Hodges (1973), y Jerez (1987) señalan que la acumulación de prolina es un síntoma de la planta a su deterioro por el déficit hídrico. En el presente trabajo, sin embargo, este efecto no pudo ser comprobado en virtud de que las plantas sometidas al menor estrés de sequía (regadas cada 5 días) mostraron contenidos de prolina estadísticamente iguales al de aquellas sometidas al mayor estrés.

**Cuadro 2.** Efecto del patrón y el intervalo de riego sobre el contenido de prolina ( $\mu\text{mol/g}$  de materia fresca) durante los meses de octubre y diciembre 1993.

Patrones	Octubre	Diciembre	Promedio
Cleopatra	23,76 ab	23,28 ab	23,52
Volkameriana	31,18 a	30,09 b	30,64
Carrizo	17,21 b	18,00 a	17,61
Intervalo de riego (días)			
5	25,93 a	23,88 ab	24,91
10	21,20 b	17,92 b	19,56
15	25,02 a	29,56 a	27,29

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ )

En relación a la extracción de agua del suelo, se destaca que el patrón Volkameriana presentó en ambas evaluaciones los mayores coeficientes de agotamiento, con un promedio de 66,7 % (Cuadro 3). Este valor se corresponde con una tensión de humedad en el suelo de 0,24 MPa, la cual es superior al valor crítico de 0,12 MPa señalado para las cítricas por Doorenbos y Pruitt (1975). Esto vendría a

reafirmar que este patrón posee una alta capacidad de resistencia a condiciones de estrés hídrico (Salibe, 1971) en virtud de que, aparentemente, la planta no fue afectada en su desarrollo. Adicionalmente, se ha reportado que las plantas más resistentes a la sequía sintetizan mayor cantidad de prolina (Palfi y Juhasz, 1971) tal como se encontró para el caso del limón Volkameriana.

**Cuadro 3.** Efecto patrón y el intervalo de riego sobre el coeficiente de agotamiento del suelo en el cultivo de naranjo 'Valencia' durante los meses de octubre y diciembre de 1993 (media  $\pm$  SE)

Patrones	Coeficiente de Agotamiento (%)			Tensión de humedad en el suelo (MPa)
	Octubre	Diciembre	Promedio	
Cleopatra	64,8 $\pm$ 15,6	51,1 $\pm$ 14,9	58,0	0,15
Volkameriana	72,0 $\pm$ 5,6	61,4 $\pm$ 11,6	66,7	0,24
Carrizo	70,8 $\pm$ 7,6	43,6 $\pm$ 15,8	57,2	0,15
Intervalo de riego (días)				
5	50,2 $\pm$ 8,4	24,1 $\pm$ 7,5	37,2	0,08
10	79,0 $\pm$ 1,6	63,1 $\pm$ 5,3	71,1	0,30
15	78,4 $\pm$ 2,1	68,9 $\pm$ 2,8	73,7	0,33

## CONCLUSIONES

El limón Volkameriana presentó el mayor contenido foliar de prolina, superando siempre al citrange Carrizo.

A pesar de que las plantas con mayor déficit hídrico presentaron, en promedio, los mayores contenidos de prolina, no se pudo comprobar en este experimento una asociación entre el nivel de sequía y el contenido del aminoácido.

## LITERATURA CITADA

1. Brevedan, E. y H. Hodges. 1973. Effects of moisture deficit on translocation in corn (*Zea mays* L.). *Plant Physiol.* 52:436-439.
2. Bates, L., R. Waldren y O. Teabe. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil.* 39:205-207.
3. Doorenbos, J. y W. Pruitt. 1975. *Crop Water Requirements.* Irrigation and Drainage Paper 24. FAO. Roma. 178 p.
4. Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). Dirección de Investigación. Caracas. 264 p.
5. Jerez, M. 1987. La prolina y su relación con el estrés hídrico. *Revista Cultivos Tropicales* (Cuba). 30 p.
6. Laborem, G. 1995. Concentración de prolina como indicador de déficit hídrico en tres patrones cítricos. Trabajo de ascenso. Universidad Rómulo Gallegos (UNERG). San Juan de Los Morros. 30 p.
7. Marchal, J. 1995. Influence des porta greffe sur les caractéristiques biochimiques de la Clementina en Corse. Simposio Mediterráneo Sur Mandarines, INRA. Corse, Francia. p. 1-15.
8. Palfi, G. y J. Juhasz. 1971. The theoretical basic and practical application of a new method of selection for determining water deficiency in plant. *Plant and Soil* 34: 503-507.
9. Papadakis, J. 1980. *Climates of the World and their potencialities.* Meeting Conventional Climates Classification. Ed. Papadakis. Buenos Aires. pp. 63-68.
10. Pla, I. 1977. Metodología para la caracterización física de diagnóstico de problemas de manejo y comparación de suelos en condiciones tropicales. Universidad Central de Venezuela (UCV). Maracay. 112 p.
11. Salibe, A. 1971. Comportamiento de *Citrus volkameriana* Pasquale como portaenxerto para citros. *Anais I Congr. Brasileiro Frut.* 1: 367-373.
12. Sanson, J. 1991. *Fruticultura Tropical.* Ed. Limusa. México 396 p.
13. Torres, A., L. García y R. Díaz. 1986. Influencia de los patrones sobre los pigmentos fotosintéticos, las relaciones hídricas, el contenido de proteína en las hojas de los árboles cítricos. *Memorias Simposio Int. Citricultura Trop. La Habana.* Vol. II: 109-114.
14. Wagner, M., C. Rincones, R. Borrejo y G. Medina. 1995. Evaluación de factores limitantes de suelos y aguas en áreas cañameleras de la región central de Venezuela. *Rev. Caña de Azúcar* 13 (2): 65-83.