

## Una metodología para la estimación del estrés hídrico en plantas de lima "Tahiti" (*Citrus x Tahiti*)

A methodology for estimating water stress in "Tahiti" lime (*Citrus x Tahiti*)

Larry Lugo Urribarri<sup>1</sup>  
Francisco Araujo B.<sup>2</sup>  
Rudy Villalobos<sup>3</sup>

### Resumen

La suspensión del riego que conduce a una condición de stress hídrico en las plantas ha sido utilizada para inducir floración en lima Tahiti (*Citrus x Tahiti*) y obtener picos de producción en épocas predeterminadas, bajo las condiciones semi-áridas de Maracaibo. Conocer el estado hídrico de las plantas asociado con la respuesta esperada a esta práctica contribuiría a ejercer un mejor control sobre la misma. Se evaluó una técnica de campo para la determinación del potencial hídrico en plantas de lima tahiti como medida de su status hídrico. El potencial hídrico se midió cada dos semanas utilizando la cámara de presión de Scholander. Intercalares del último crecimiento, totalmente desarrollados, sin flores ni frutos y expuestos al sol fueron seleccionados de los cuatro cuadrantes de la copa para ser cortados a 10 cm del ápice y ajustarse a las dimensiones de la cámara. Estas secciones tenían alrededor de 8 hojas. Las mediciones del potencial fueron realizadas entre las 12 y 3 pm, como resultado de unas pruebas preliminares. El estudio se realizó en 16 plantas injertadas sobre limón Volkameriano de 3 años de edad, ocho de estas recibieron riego continuo por microaspersión (T1) y al resto (T2) se les suspendió el riego por 8 semanas, tiempo de duración del experimento. Para cada momento de medición se seleccionaron 4 intercalares por planta (uno por cuadrante). Se cuantificó la humedad del suelo utilizando una sonda de neutrones. El potencial hídrico se mantuvo alrededor de -1,6 MPa en T1, mientras que en T2 este disminuyó hasta la 5ta semana ubicándose en -2.5 MPa y manteniéndose constante durante el resto del tiempo. No se observó efecto del cuadrante sobre el potencial hídrico. Se obtuvo una correlación positiva entre el potencial hídrico y la humedad del suelo ( $R\ 0.76, P<.01$ ). La

Recibido: 22-07-94 • Aceptado: 16-03-95

1. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apartado 15160, Maracibo, ZU, 4005-A, Venezuela.

2. Departamento de Agronomía.

3. Departamento de Estadística.

técnica utilizada permitió detectar diferencias de potencial hídrico entre plantas de lima Tahiti con diferentes estado hídrico.

**Palabras claves:** Estrés hídrico, *Citrus x 'Tahiti'*, metodología.

## Abstract

Irrigation withhold to impose plant water stress is used to induce bloom in 'Tahiti' lime (*Citrus x Tahiti*) and consequently to concentrate fruit crop on specific months of the year under the semi-arid conditions of Maracaibo. Knowing the plant water status associated with the expected response to this irrigation practice may help in applying it efficiently. This study was conducted in order to define a field technique to determine plant water potential in 'Tahiti' limes as a measurement of the water status of the plants. Water potential was measured every two weeks using the pressure pump (Scholander *et al.*). Sun exposed most recently fully developed intercalars without fruit or flowers, were selected from 4 canopy quadrants to be cut 10 cm from the apex in order to fit chamber dimensions. These sections had approximately 8 leaves. Measurement timing was set between noon and 3 pm after a preliminary trial. There were two groups of eight 3 year-old Tahiti limes plants grafted onto Volkameriana lemon under study: T1. Continuous irrigation and T2. Irrigation withhold. The study time was 8 weeks. Water potential measurements were performed in each group taking one measurement/quadrant/plant (4 per plant). Soil water content (%V/V) was quantified in parallel with plant water potential using a neutron probe. Water potential was maintained around -1,6 MPa in T1 while it decreased to -2,5 MPa in T2 at the fifth week leveling off for the rest of the study. Canopy quadrant effect on water potential was not observed. There was a positive correlation between plant water potential and soil water content ( $R=0.76$ ,  $P<0.01$ ). The technique tested in this study can be used to detect water potential differences between stress and non stressed Tahiti lime plants.

**Key words:** Water stress, *Citrus x 'Tahiti'*, methodology.

## Introducción

Algunos frutales responden a períodos de sequía como estímulo para la iniciación floral. Tal es el caso del peral, mango, aguacate, guayaba, níspero y cítricas (Avilán *et al.*, 1992), cultivos cuyo potencial de fructificación parece estar asociado al grado de humedad en el suelo.

En cítricas bajo condiciones tropicales, períodos de sequía que

van desde 2 a 8 semanas seguidos de lluvias o restitución del riego, estimulan la floración existiendo una correlación directa entre el nivel de estrés hídrico producido y la intensidad de la floración (Davenport, 1990; Barbera y Carimi, 1988; Southwick y Davenport, 1986; Southwick y Davenport, 1987).

En Venezuela existe evidencia de este fenómeno en naranja dulce, lima y grapefruit (Chavero y Urbina, 1978; Marín, 1992; Rodríguez et al., 1975; Rodríguez *et al.*, 1976; Rodríguez *et al.*, 1978), sin embargo no se ha reportado el nivel de estrés al cual fue sometido el árbol o el contenido de humedad del suelo que determinó esa respuesta positiva sobre la floración. En algunos casos el estrés se ha estimado por medio de los síntomas evidenciados en el follaje, pero esto sólo ocurre cuando se llega a niveles severos.

Se ha señalado que el término "estrés hídrico" denota una situación en la cual una deficiencia de agua es lo suficientemente grande como para ser mensurable por sus efectos sobre el árbol o sus partes (Goel, 1993). En este sentido, en las experiencias referidas, los síntomas mostrados por las plantas no permite una estimación cuantitativa.

En este orden de ideas se han aplicado diferentes métodos para cuantificar el estrés en base al uso de instrumentos sofisticados e indicadores como órganos y tejidos vegetales (Goel, 1993; Kramer, 1989; Lovatt et al., 1988; Southwick y Davenport, 1986). Dentro de ellos el potencial hídrico medido en las hojas es un método de uso extendido.

En plantas de lima 'Tahiti' y otras especies de cítricas se ha medido el estrés hídrico determinando el potencial hídrico en las hojas, utili-

zando la técnica de la bomba de presión de Scholander (Scholander et al., 1965) en la cual debe estandarizarse tres aspectos: el momento de la lectura, el lugar de muestreo dentro de la copa y el tamaño de la muestra o tejido. Este último aspecto ha de tomarse muy en cuenta para evitar cortes sucesivos del mismo, motivado muchas veces a la necesidad de adaptar la muestra a las dimensiones de la Cámara de Presión, lo que conduce frecuentemente a lecturas sobreestimadas debido a que en los vasos xilemáticos sometidos a estrés hídrico, ocurre un retroceso en la columna de agua cuando se producen los cortes para obtener la muestra, fenómeno que requiere una mayor presión para hacer la lectura correspondiente (Kaufman, 1968; Scholander et al., 1965).

Existe una estrecha relación entre los valores de potencial hídrico de las hojas y el contenido de humedad del suelo, de modo que el descenso a largo plazo del primero está influenciado fuertemente por el segundo (Kramer, 1989). Así, al determinar este valor también se estaría estimando el estado hídrico de la planta.

Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de desarrollar una metodología para estimar el estrés hídrico en plantas de lima 'Tahiti' considerando los aspectos antes señalados.

## Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en una finca comercial situada en la Altiplanicie de Maracaibo (Municipio Mara del Estado Zulia). Esta zona está clasificada como Bosque Muy Seco Tropical según Holdrige (Holdrige, 1978), caracterizada por presentar una precipitación promedio anual de 500 mm, con una distribución bimodal comprendida entre abril a junio y de septiembre a noviembre. La temperatura promedio anual es de 28 °C, con valores de evaporación que alcanzan los 2500 mm anuales acompañados de una humedad relativa de 50-70% y una altitud que oscila entre 40 a 50 msnm. Los suelos de la Altiplanicie se originaron a partir de la formación geológica "El Milagro" y se han clasificado como Typic-haplargids (COPLANARH, 1975).

Se utilizaron árboles injertados de lima 'Tahiti' (*Citrus x 'Tahiti' / Citrus volkameriana*), de 3 años de edad. La distancia de siembra es de 6x6 m. Los árboles fueron regados por microaspersión con emisores de 60 lph utilizando tiempos de riego de 12 horas en frecuencia interdiaria. La fertilización se realizó con una fórmula triple 15 (15:15:15) a razón de medio kg por planta fraccionado en tres dosis durante el año.

El control de malezas se realizó manualmente y no fue necesario realizar controles de plagas y enfermedades.

El potencial hídrico se determinó utilizando la Cámara de Presión de Scholander (Soil Moisture modelo

2100), en intercalares del último crecimiento, con  $10.5 \pm 1.25$  cm de largo que en promedio presentaron 8 hojas. Estas hojas medidas en los nudos centrales, presentaron dimensiones de  $8.72 \pm 0.93$  cm de largo por  $5.14 \pm 0.65$  cm de ancho. Las secciones se tomaron en los tercios distales de intercalares sin flores ni frutos aparentes. Esta zona junto con el tercio medio del intercalar, son la principal fuente de yemas (Bautista, 1990) de modo que se realizaron las lecturas en zonas de la planta asociadas con dicho proceso. Este aspecto, es decir, la uniformidad en la sección de tejido cuando se mide el potencial hídrico debe ser tomado en cuenta, pues se requiere más presión para ramas con 10 a 15 hojas que para aquellas de 4 a 8 en los cultivares de naranja dulce 'California' y 'Valencia', registrándose diferencias de potencial hídrico de hasta 0.88 MPa (Kaufman, 1968).

Para determinar el momento de la lectura se condujo un ensayo preliminar, pues se ha encontrado en plantas de lima 'Tahiti' una diferencia en el potencial hídrico de -1,35 MPa entre lecturas tomadas en la mañana, cuando ocurre el máximo potencial y al mediodía cuando se registra el mínimo (Daverport, 1990; Iyengar y Murthy, 1987). La variación diaria se midió entre las 6:00 am y las 6:00 pm a intervalos de 3 horas en un grupo de 12 plantas de las cuales 4 se regaron continuamente, 4 permanecieron sin riego por 8 semanas y las 4 restantes se regaron

durante una semana antes de la lectura.

En cuanto a la ubicación en la copa se seleccionó el tercio medio y se realizó una comparación entre los 4 cuadrantes de la misma, delimitados por dos ejes perpendiculares imaginarios que se cruzan sobre el tronco. En un sistema simple de transporte capilar sin fluido, el gradiente de presión hidrostática varía a razón de  $0.01 \text{ MPa m}^{-1}$ , lo que sugiere que en los haces xilemáticos esta variación podría ocurrir dependiendo de la altura del árbol (Scholander et al., 1965). Así, al realizar las lecturas a una altura constante, se elimina esta fuente de variación.

Para evaluar la estimación del estrés hídrico por medio de la metodología ya descrita se seleccionó un lote uniforme de 16 plantas, con un radio de copa medido en 2 ejes perpendiculares de  $2.48 \pm 0.38 \text{ m}$  y con una altura de  $2.75 \pm 0.27 \text{ m}$ .

Se agruparon en número de 8 elegidas al azar, para conformar dos grupos sometidos a diferentes condiciones de riego generando 2 tratamientos: riego continuo (T1) y sin riego (T2) ambos se mantuvieron durante 8 semanas, realizando lecturas semanales hasta la total recuperación de las plantas.

Paralelamente se determinó el porcentaje de humedad del suelo con una sonda de neutrones modelo Troxler 4300 (Troxler Electronics Laboratories, Inc., 1991), cada 2 semanas coincidiendo con las estimaciones del estrés hídrico. La profundidad de lectura se fijó a 20, 40 y 60 cm,

estrato en el cual se concentra la mayor cantidad de raíces de plantas pertenecientes al género citrus (Kinbal et al., 1951; Rodríguez et al., 1978; Cahoon y Stolzy, 1960 cits por Soares, 1993). Para ello se ubicaron 2 tubos de acceso siguiendo el lateral de riego, a 1.50 m y a cada lado del tronco, considerando el patrón radical de la lima 'Tahiti' en el cual un 75-80% de la actividad radical se ubica a una distancia horizontal de 1.20 m. Un tercer tubo se colocó a 0.75 m del tronco, cercano al microaspersor y en dirección perpendicular al eje de los dos primeros.

La sonda se calibró para los suelos de la finca donde se llevó a cabo el estudio (Kramer, 1989; Troxler Electronics Laboratories, Inc., 1991).

La información obtenida se analizó estadísticamente con un diseño totalmente aleatorizado en donde cada planta constituyó una repetición, para un total de ocho por tratamiento. Los valores originales de porcentaje de humedad en el suelo se transformaron con raíz cúbica (Steel y Torrie, 1985).

Se hizo además el análisis de correlación entre el porcentaje de humedad del suelo y el potencial hídrico de las hojas, a objeto de evaluar si el potencial estimado está asociado al contenido de humedad del suelo.

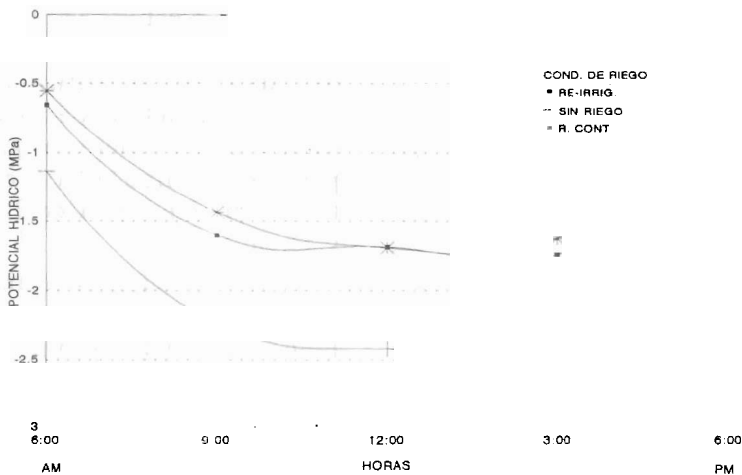
El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo con el sistema de análisis estadístico SAS versión 6.04 (SAS Institute Inc., 1985).

## Resultados y discusión

Los resultados del ensayo preliminar sobre la variación diaria del potencial hídrico se resumen en la Figura 1. Los mínimos potenciales se registraron entre las 12:00 m y las 3:00 pm, correspondiendo el mayor nivel de estrés hídrico a plantas con 8 semanas sin riego y cuyos valores presentaron diferencias significativas entre todas las horas de muestreo (Cuadro 1). En estas condiciones se registraron valores mínimos de potencial en el orden de -2,42 MPa lo que equivale a una intensidad de estrés moderado (Syvertsen, 1982; Southwick y Davenport, 1987). Para las condiciones de riego continuo y re-irrigación se observaron valores

similares de potencial hídrico entre las 12:00 m y 3:00 pm cercanos a -1,7 MPa, lo que representa una condición normal en la escala citada. No se encontraron diferencias significativas ( $P < .05$ ) en este intervalo (Cuadro 1). Además, el análisis estadístico del factor hora de lectura no mostró interacción con la condición de riego. Esto explica el hecho de que las 3 curvas siguen una tendencia muy similar, lo que evidencia la influencia de las variaciones diarias del clima (Goel, 1993; Scholander *et al.*, 1965) independientemente del estado hídrico de las plantas.

En cuanto a la ubicación en la copa, no hubo diferencias significati-



**Fig. 1.** Variación diaria del potencial hídrico en las plantas de lima "Tahiti" bajo tres condiciones de riego: Riego continuo y sin riego durante 8 semanas. Re-irrigación: 6 semanas de sequía, seguidas de restauración de riego una semana previa a la lectura

**Cuadro 1. Variación diaria del potencial hídrico (MPa) para tres condiciones de riego.**

Condición	6:00 am	9:00 am	12:00 m	3:00 pm	6:00 pm
Sin riego	-1.14 <sup>cd</sup>	-2.24 <sup>ab</sup>	-2.42 <sup>a</sup>	-2.31 <sup>a</sup>	-1.50 <sup>d</sup>
Re irrigación	-0.66 <sup>d</sup>	-1.60 <sup>b</sup>	-1.69 <sup>ab</sup>	-1.74 <sup>a</sup>	-0.91 <sup>c</sup>
Riego continuo	-0.55 <sup>d</sup>	-1.43 <sup>b</sup>	-1.69 <sup>a</sup>	-1.63 <sup>a</sup>	-0.77 <sup>c</sup>
Promedio	-0.78 <sup>d</sup>	-1.76 <sup>b</sup>	-1.93 <sup>a</sup>	-1.89 <sup>a</sup>	-1.06 <sup>c</sup>

Medias con letras distintas en una misma fila son diferentes ( $P < .05$ ) usando la prueba de Tukey.

vas ( $P < .05$ ) entre los potenciales de los cuadrantes (Cuadro 2), siempre que el tejido seleccionado se encontrare a plena exposición solar.

#### Estimación del estrés hídrico

La variación por semana y condición de riego se ilustra en la Figura 2. Se puede apreciar como mediante la estimación realizada se separaron claramente los dos comportamientos: el primero, alrededor de -1,6 MPa, nivel normal, correspondiente al riego continuo (T1) y la segunda curva, con una disminución de los valores hasta ubicarse cercana a los -2,5 MPa (T2) lo que significa un estrés moderado.

La escala de los niveles de estrés (Syvertsen, 1982; Southwick y Davenport, 1987) se empleó con fines comparativos. En nuestras condiciones no se conocen los límites precisos de los valores de potencial hídrico que delimitarían cada nivel de estrés en base a normal, moderado y severo. Más aún, las plantas estudiadas mostraron valores estables de potencial hídrico a partir de la 5<sup>a</sup> semana (aspecto que se discute más adelan-

te), de tal manera que podría pensarse que estos valores correspondían a potenciales mínimos (máximo estrés o estrés severo). Sin embargo, no se observó el amarillamiento y la caída de hojas que acompaña al estrés severo. Puesto que el experimento se condujo sólo por 2 meses, no se puede afirmar que estos valores son los mínimos.

Estas consideraciones conducen a pensar en la necesidad de revisar estas escalas bajo nuestras condiciones y validarlas o redefinirlas de ser necesario. En todo caso, los niveles de la escala utilizada permiten introducir valores cualitativos relacionados por las plantas, en los niveles de normal y moderado.

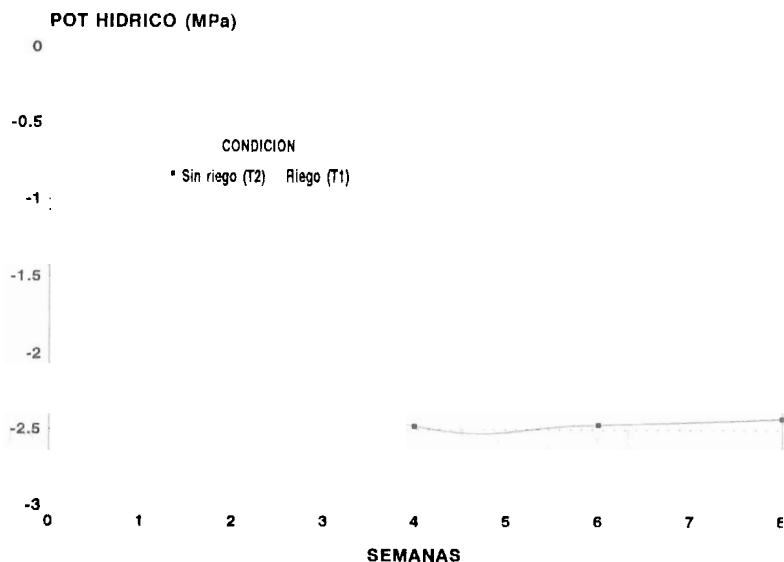
La técnica empleada permitió detectar diferencias significativas ( $P < .05$ ) entre las condiciones de estudio, de tal suerte que potenciales promedios de -1.56 MPa y -2.12 MPa correspondieron a los tratamientos 1 y 2, respectivamente.

Es de hacer notar que las variaciones de potencial hídrico presentes en las plantas que se regaron conti-

**Cuadro 2. Variación del potencial hídrico por cuadrante.**

Cuadrante	N	Potencial Promedio (MPa)
I	40	-1.5455 <sup>a</sup>
II	40	-1.5367 <sup>a</sup>
III	40	-1.5450 <sup>a</sup>
IV	40	-1.5430 <sup>a</sup>

Medias con la misma letra no presentan diferencias ( $P < .05$ ) usando la prueba de tukey.  
N = Número de lecturas.



**Fig. 2. Comportamiento del potencial hídrico bajo dos condiciones de riego.**

nuamente, serían un reflejo de la variación en las condiciones climática (Scholander *et al.*, 1965); Southwick y Davenport, 1987), pues no se introdujo ni se detectó ninguna otra

fuerza de variación que pudiera afectar las lecturas.

Otro aspecto que revela la cuantificación del estrés es que el potencial desciende hasta un nivel en el que se hace aproximadamente

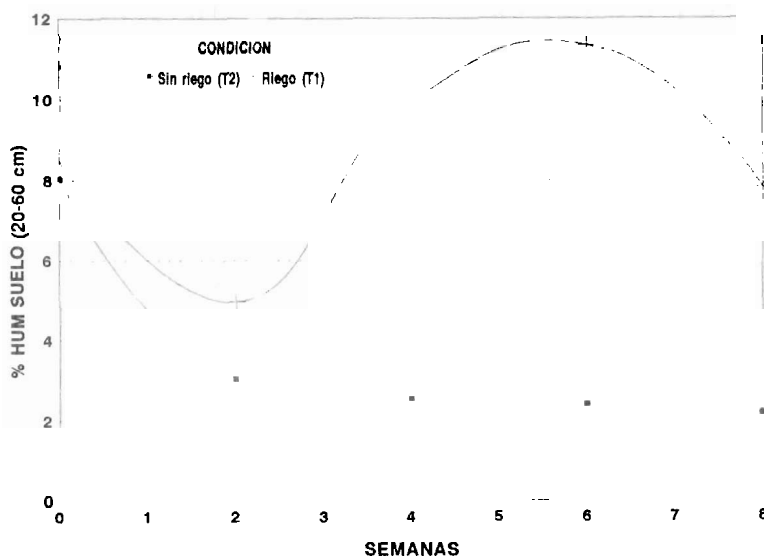


constante. Esto ocurre entre la 5a y 8a semana, coincidiendo con los resultados descritos por otros autores (Southwick y Davenport, 1987). Sin embargo, se ha indicado que los estomas de hojas que han perdido el turgor, permanecen abiertos aún a niveles de potencial tan bajos como -3.5 MPa (estrés severo) (Syvertsen, 1982) lo que conduciría a pensar que es posible que el estrés aumente en algún momento después de los 2 meses debido a que no ocurre el cierre estomático ante la condición de estrés, favoreciendo la pérdida de humedad y el intercambio gaseoso. Syvertsen atribuye este fenómeno a un mayor turgor de las células guardianas, respecto a las del mesófilo.

### Relación entre el porcentaje de humedad del suelo y el potencial hídrico de las hojas

Se ha señalado que el descenso a largo plazo del potencial hídrico de la planta depende principalmente del contenido de humedad del suelo (Goel, 1993). La variación del mismo se presenta en la Figura 3. Se puede notar como en el tratamiento de riego continuo (T1) los valores oscilan alrededor de 8,51% vol (media), mientras que se registra un descenso progresivo de esta variable en el tratamiento sin riego (T2), con una medida de 3.63% vol, más pronunciado durante las 2 primeras semanas.

Las curvas de potencial siguen aproximadamente las tendencias de estas últimas. Así, el T1 registró los



**Fig. 3.** Comportamiento del % de humedad del suelo (vol) bajo dos condiciones de riego.

valores mínimos de potencial y % de humedad en el suelo alrededor de la 2a semana y los máximos entre la 5a y 6a.

En el T2, la condición de sequía provocó un descenso pronunciado del contenido de humedad en el suelo durante las 2 primeras semanas, para ubicar el % de humedad en un tercio de su valor inicial. Este descenso se correspondió con la disminución del potencial hídrico, pero más gradualmente, alcanzando valores mínimos 2 semanas después de los valores mínimos de % de humedad, lo cual parece indicar una adap-

tación progresiva de la planta ante la suspensión del riego.

Analizando la posible correlación existente entre el potencial hídrico de las hojas y el % de humedad del suelo, se encontró una correlación positiva y altamente significativa ( $P < .0001$ ) con un valor de  $R = 0.7613$ .

Esto conduce a suponer que la metodología planteada refleja el estado hídrico de la planta, en concordancia con el contenido de humedad del suelo.

## Conclusiones

1. Para la estimación del mínimo potencial hídrico en plantas de lima 'Tahití' (*Citrus x 'Tahití'*) se recomienda hacer la lectura con la Cámara de Presión de Scholander entre las 12:00 m y 3:00 pm, en el tercio medio de la planta utilizando secciones de intercalares del último crecimiento, de unos 10 cm de longitud con 8 hojas aproximadamente, sin flores ni frutos aparentes y bajo plena exposición solar. De esta manera, una sola lectura por árbol sería suficiente, pues no hubo diferencias significativas entre los potenciales hídricos medidos en los cuatro cuadrantes, bajo las diferentes condiciones de riego estudiadas.

2. La metodología planteada permitió detectar diferencias de potencial hídrico entre plantas estresadas y bajo condiciones normales.

3. De igual manera se pudo estimar la variación del potencial hídrico en el tiempo. Es de hacer notar que a partir de la 5a semana el potencial hídrico de plantas con un nivel de estrés moderado se estabiliza, poniendo de manifiesto la tolerancia de las plantas de lima 'Tahití' a condiciones de sequía.

4. La variación diaria de potencial mostró tendencias similares para distintas condiciones de riego. Así mismo fue posible detectar diferencias en la severidad del estrés.

5. El potencial hídrico estuvo directa y positivamente correlacionado con el contenido de humedad del suelo, lo que evidencia el efecto de éste sobre el estado hídrico de la planta.

6. El empleo de esta metodología permite una estimación cuantitativa del estrés hídrico, lo cual sería de mucha utilidad para su control en manejos del riego donde esta práctica esté involucrada.

## Agradecimiento

Los autores desean manifestar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) y a la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, por haber financiado y brindado el soporte necesario para el desarrollo de esta investigación, haciéndolo extensivo al Ing. Rommel Simancas propietario de la finca donde se con-

dujo el experimento. Igualmente, es menester reconocer el esfuerzo de los Bachilleres Maribel Medina y Antonio León como personal de apoyo, junto con el asesoramiento de los Profesores Carlos Felipe Quintero y Angel Casanova, así como la labor de la Ing. Natasha Caracciolo en el procesamiento de los datos y la elaboración de los cuadros y figuras.

## Literatura citada

1. Avilan, L.; P. Leal; D. Bautista. 1992. Manual de Fruticultura 2a ed. Tomos I y II. Editorial América C.A. Caracas. Venezuela. 1472 p.
2. Barbera, G. and F. Carimi. 1988. Effect of different levels of water stress on yield and quality of lemon trees. Sixth International Citrus Congress. 2:717-722 (Abstr.).
3. Bautista, D. 1990. Fenología de las cítricas (Material mimeografiado). 20 p.
4. Chavero, L.A. y J.L. Urbina. 1978. Proyecto de determinación de la floración en grape fruit mediante el riego. Informe de avance 1977-1978. FUSAGRI, Est. Exp. Cagua. 22 p.
5. COPLANARH. 1975. Atlas inventario nacional de tierras. Región Lago de Maracaibo. 90 p.
6. Davenport, T. L. 1990. Citrus flowering. Agricultural Experiment Stations Journal Series No. R-00042. University of Florida. IFAS. Tropical Research and Education Center. pp. 350-407.
7. Goel, A. 1993. The physiology of irrigation. Proc. of the 2nd Int. Sem. on Citrus Physiology pp. 173-186.
8. Holdrige, L.R. 1978. Ecología: basada en zonas de vida. Trad. de Humberto Jiménez Saa. XV ed. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.
9. Iyengar, B.R.V. and S.V.K. Murthy. 1987. Spatial distribution of root activity in Kagzi Lima (*Citrus aurantifolia* Swingle). Ind. Jour. Hort. 44(1-2):41-44.
10. Kaufman, M.R. 1968. Evaluation of the pressure chamber method for measurement of water stress in citrus. Am. Soc. Hort. Sci. Proc. 93:186-190.
11. Kramer, P.J. 1989. Relaciones hídricas de suelos y plantas: una síntesis moderna. XI reimpresión. Trad. por Leonor Tejada. Ed. Harla. México, Estados Unidos, Centroamérica. pp. 87-89, 401-402, 439-441.
12. Lovatt, C.J., Y. Zheng and K.D. Hake. 1988. A new look at the Kraus-Kraybill hypothesis and flowering in *Citrus*. Citriculture. Sixth international citrus congress. Vol. 1:475-483.
13. Marín A. 1992. Introducción floral de Lima "Tahiti" (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en Venezuela. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Informe final de la I Práctica Profesional. 35 p.
14. Rodríguez, P.J., J.L. Urbina y H. Faneite. 1975. Influencia del riego sobre la floración de naranja 'Valencia' en Montalbán, Venezuela. FUSAGRI, Est. Exp. Cagua. 20 p.
15. Rodríguez, P.J., J.L. Urbina y H. Faneite. 1976. Influencia del riego sobre la floración de naranja Valencia en Cagua, Venezuela. FUSAGRI, Est. Exp. Cagua. Informe Final. 18 p.
16. Rodríguez, P.J., J.L. Urbina y H. Faneite. 1978. Experiencias de riego en cítricos. FUSAGRI, Est. Exp. Cagua. 12 p.

17. SAS Institute Inc. 1985. SAS User's Guide: Statistics, version 5 edition. Cary NC: SAS Institute Inc. 956 p.
18. Scholander, P.F., H.T. Hammer, E.D. Bradstreet, E.A. Hemmingsen. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148:339-346.
19. Soares, C. 1993. The radicular system of citrus plants. Proc. of the 2nd Int. Sem. on Citrus Physiology. 187-194.
20. Southwick, S.M. and T.L. Davenport. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. *Plant Physiol.* 81:26-29.
21. Southwick, S.M. and T.L. Davenport. 1987. Modification of the water stress-induced floral response in 'Tahiti' lime. *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2):231-236.
22. Steel, R.G. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. 2a ed. Trad. por Ricardo Martínez B. Ed. McGraw-Hill. Bogotá. pp. 226-230.
23. Syvertsen, J.P. 1982. Minimum leaf water potential and stomatal closure in citrus leaves of different ages. *Ann. Bot.* 49 (6):827-834.
24. Troxler Electronics Laboratories, Inc. 1991. 4300 depth moisture gauge: manual of operation and instruction. 4th ed. Troxler Electronics Laboratories, NC. 73 p.