

## **Estudio comparativo sobre dos métodos para determinar el potencial hídrico en el cultivo del guayabo (*Psidium guajava* L.) en la Planicie de Maracaibo<sup>1</sup>**

A comparative study on two methodologies for determining water potential in guava trees (*Psidium guajava* L.) on the Maracaibo Plain<sup>1</sup>

T. Urdaneta <sup>2</sup>, F. J. Araujo <sup>2</sup> y L. Lugo<sup>2</sup>

### **Resumen**

Para definir la técnica de medición de potencial hídrico en el cultivo del guayabo (*Psidium guajava* L.) se llevó a cabo una investigación en la finca “Los Cienegos” del estado Zulia. Se seleccionaron 8 plantas de guayabo sembradas a pié franco y 8 plantas injertadas de 3 años de edad, sembradas a distancia de 5 m x 5 m, con manejo agronómico similar. Las variables estudiadas fueron el potencial hídrico del tallo (Yt) y el potencial hídrico de la hoja (Yh). Para la medición del potencial hídrico del tallo se utilizaron los criterios empleado por Begg y Turner (1970) en el cultivo del tabaco (*Nicotina tabaco* L.) y McCutchum y Shackeland (1992) en el cultivo del durazno (*Prunus domestica* L). Para la medición del potencial hídrico de la hoja, se empleó el criterio establecido para plantas vasculares por Scholander (1965). Los resultados demostraron que existe poca diferencia entre los potenciales hídricos del tallo y de la hoja para las primeras horas de la mañana, mientras que se registraron diferencias de mayor magnitud en horas del mediodía, entre las 12 y las 14 horas. La variabilidad en los potenciales de la hoja durante este último periodo, también fue mayor que los potenciales del tallo. Después de las 14 horas, los valores de potenciales se estabilizaron y comenzó el proceso de rehidratación de la planta.

**Palabras clave:** estado hídrico, técnica de medición, guayabo *Psidium guajava* L.

---

Recibido el 10-7-2001 ● Aceptado el 9-9-2002

1 Proyecto de investigación financiado por CONDES-LUZ, N° 0325-98

2 La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Agronomía y División de Estudios para Graduados. Apartado 15205. Maracaibo. Estado Zulia. 4005. E-mail: turdaneta@luz.ve; lelugo@luz.ve; lugo\_larry@yahoo.com

## Abstract

This study was carried out for the purpose of defining a reliable technique for measuring water potential of guava trees (*Psidium guajava* L.). Eight self-rooted and eight grafted three years old trees were selected at "Los Ciénegos" farm, Zulia state, planted at a distance of 5 m x 5 m, with similar agronomic management. Leaf (yL) and stem (yS) water potentials were quantified using three different techniques. The Begg and Turner (1970) criteria for tobacco was utilized for the measurement of stem potential as well as the McCutcham and Shackelard (1992) criteria, applied to tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) and peach (*Prunus domestica* L.), respectively. While the Scholander (1965) criteria was applied for measuring yL. Results showed that there was little difference between yS and yL early in the morning, but it greater differences occurred at noon, specifically between the 12 (noon) and 14 (2PM) hours. More over, a greater variability was found in yL as compared to yS during this period. After 14 hours (2PM), water potential values became stabilized and the plant re-hydration process began.

**Key words:** Hydro (water) status, measurement techniques, guava *Psidium guajava* L.

## Introducción

El cultivo del guayabo (*Psidium guajava* L.) en Venezuela tomó un gran auge en los últimos 20 años principalmente en la zona norte del estado Zulia, donde alcanzó una superficie sembrada superior a las 4.000 has (3).

El cultivo se adapta a condiciones agroecológicas de amplio margen. Las condiciones edafoclimáticas de la zona norte del estado Zulia, permiten obtener cosechas prácticamente durante todo el año. Con la aplicación de prácticas de manejo como la poda y el estrés hídrico se facilita el concentrar la producción de fruta, en épocas del año donde la oferta hacia los mercados nacionales e internacionales es baja, incidiendo esto favorablemente en el precio (1).

La condición de bosque muy seco tropical en la zona norte del estado Zulia permite la producción comercial

del cultivo con excelente rendimiento y calidad. Esta condición seca determina la necesidad de riego para cubrir el déficit hídrico de la región, el cual supera los 1500 mm/año (1, 2).

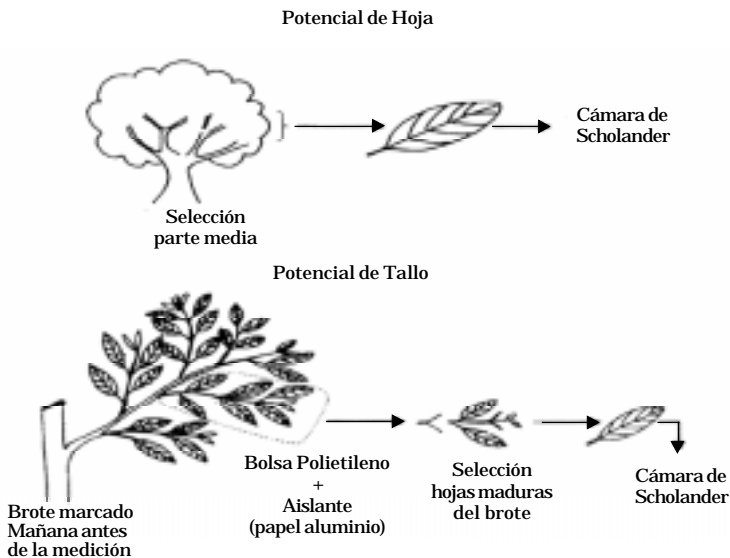
El recurso hídrico en esta zona es costoso, escaso, de calidad media a baja y se extrae de pozos profundos, cuya construcción y mantenimiento requiere de una alta inversión técnico-económica. Por lo cual, se hace necesario realizar investigaciones de campo que permitan definir una estrategia de riego, para optimizar el recurso hídrico y la producción de guayaba en la zona. El presente estudio se realizó con el objetivo de definir una técnica de medición de potencial hídrico en el cultivo del guayabo, utilizando la cámara de presión\* de Scholander *et al.* (16) y Percy (15).

\* La cámara de presión ha sido la técnica más utilizada para medir Y en plantas superiores bajo condiciones de campo (Scholander *et al.*, 1965 ; Percy *et al.* Eds. , 1991).

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en un huerto comercial de guayabo ubicado en la Agropecuaria “Los Ciénegos” (lat 10°52'20" N; long 71°49'55" W) en la Planicie de Maracaibo, municipio Mara, estado Zulia. Esta zona de vida es la de bosque muy seco tropical según la clasificación de Holdridge (3). Los valores promedios anuales de temperatura, humedad relativa, evaporación y precipitación son 28 °C, 75%, 2200 mm y 600 mm, respectivamente (Registros de la Estación Meteorológica del Centro Vitícola, Municipio Mara, Estado Zulia). Los suelos pertenecen al grupo de los Typic Haplargids (Soil Taxonomy) y se caracterizan por presentar texturas superficiales arenosas con un horizonte subsuperficial argílico, reacción ligeramente ácida, bajo

contenido de materia orgánica y baja fertilidad natural (7). Se seleccionaron 8 plantas de guayabo sembradas a pie franco, del tipo criolla roja y 8 plantas injertadas tipo cubana sobre guayabos tipo criolla de 3 años de edad, sembradas a una distancia de 5 m x 5 m. El manejo agronómico aplicado en la plantación se resume en la aplicación de riego por microaspersión con frecuencia de riego de 3 días y volumen de riego de 130 litros planta día, una fertilización equivalente a 0,5 Kg de triple quince por árbol/año, aplicaciones esporádicas de insecticida lebaycid al 50 % más atrayente contra la mosca de las frutas y podas de saneamiento ocasionales a salida de picos de cosechas, sobre ramas viejas y enfermas. Para esta investigación se emplearon dos técnicas de medición del

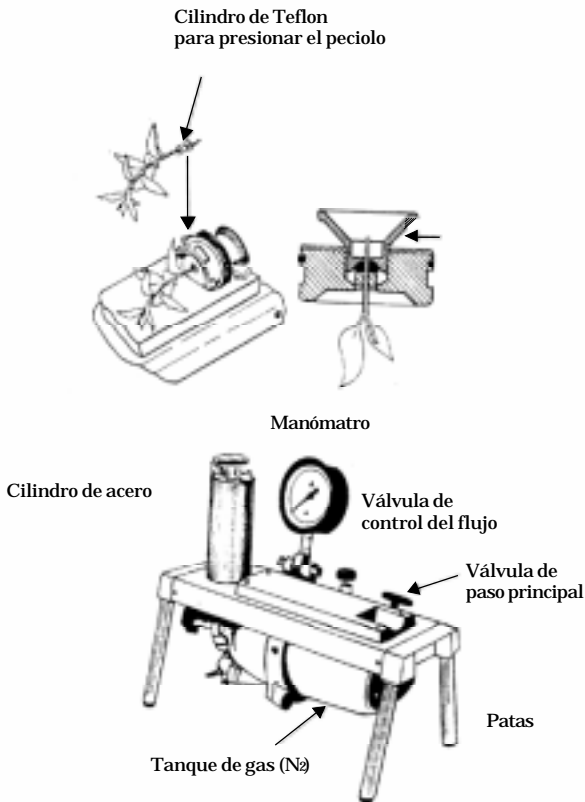


**Figura 1. Representación esquemática de la selección del material usado para la obtención del potencial de la hoja y potencial del tallo.**

potencial hídrico: Potencial del tallo (5, 6) y potencial de la hoja (16) (figura 1).

Para la medición de la variable potencial hídrico del tallo, se cubrían los brotes de la parte media de la copa con bolsas de polietileno negras y papel de aluminio, la mañana antes a la medición y para la variable potencial hídrico de la hoja, se seleccionaban hojas maduras de la parte media de la copa expuesta al sol, el día de la medición. En ambas técnicas se empleó

la cámara de presión de Scholander, modelo 3005 (figura 2). Para estas variables se realizaron lecturas una vez por semana, a mediodía entre las 12 y las 14 horas y una vez por mes corridas diurnas desde las 8 am hasta las 17 horas del día, a intervalos de dos horas. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, utilizando el análisis de la varianza y las pruebas de medias Tukey, programa estadístico COSTAT2 (8).



**Figura 2. Cámara de presión de Scholander (1965), modelo 3005 Soil Moisture.**

## Resultados y discusión

### Comparación de la técnica de medición del potencial hídrico de la hoja y del tallo.

El potencial hídrico del tallo ( $\Psi_t$ ) y de la hoja ( $\Psi_h$ ) disminuirán progresivamente durante el día, tanto en guayabos francos como injertados, observándose los valores máximos de  $\Psi_t$  y  $\Psi_h$  temprano en la mañana (7 a 8 am.); para los guayabos francos el  $\Psi_t$  fue de  $-0,20$  MPa y el  $\Psi_h$  fue de  $-0,24$  MPa, y en guayabos injertados de  $-0,12$  MPa para  $\Psi_t$  y de hoja ( $\Psi_h$ ) de  $-0,14$  MPa, respectivamente.

Los valores menores de  $\Psi_t$  y  $\Psi_h$ , tanto para guayabos francos como injertados, se obtuvieron entre las 12 y 15 horas (cuadro 1 y figura 3). En condiciones de mediodía, los déficit hídricos, reducen el crecimiento celular y el alargamiento del tallo, obteniéndose como consecuencia plantas más pequeñas, con disminución en la biomasa total (9, 12).

Después de las 15 horas, las plantas experimentaron una recuperación, obteniéndose valores de  $\Psi_t$  de  $-0,72$  MPa y  $\Psi_h$  de  $-1,06$  MPa,

**Cuadro 1. Valores promedios para potencial hídrico de tallo ( $\Psi_{\text{tallo}}$ ) y potencial hídrico de hoja, ( $\Psi_{\text{hoja}}$ ) durante todo un día (desde las 7 am. hasta las 17 horas) del mes de agosto de 1997.**

#### Guayabos sembrados a pie franco tipo criolla roja

Horas	$\Psi_{\text{tallo}}$ (MPa)	sd	cv	$\Psi_{\text{hoja}}$ (MPa)	sd	cv
7-8	-0,20	0,15	7,39	-0,24	1,18	49,60
9-10	-0,61	0,60	9,94	-0,63	1,18	18,81
12-13	-0,65	0,39	6,08	-0,82	2,32	28,40
14-15	-0,79	0,30	3,83	-1,30	1,78	14,13
16-17	-0,59	0,30	5,04	-0,60	0,50	8,24

#### Guayabos tipo cubana injertados sobre tipo criolla roja

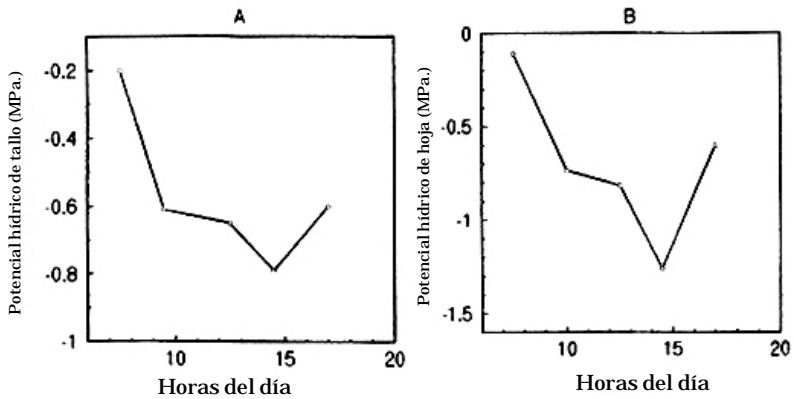
Horas	$\Psi_{\text{tallo}}$ (MPa)	sd	cv	$\Psi_{\text{hoja}}$ (MPa)	sd	cv
7-8	-0,12	0,23	20,26	-0,14	0,72	50,56
9-10	-0,62	0,27	4,36	-0,83	0,89	10,70
12-13	-0,84	0,41	5,86	-1,36	3,60	34,73
14-15	-0,95	0,20	2,39	-0,94	1,27	13,52
16-17	-0,65	0,33	5,38	-0,67	0,43	6,47

$\Psi_{\text{tallo}}$  (MPa) = Potencial en tallo en Mega Pascal

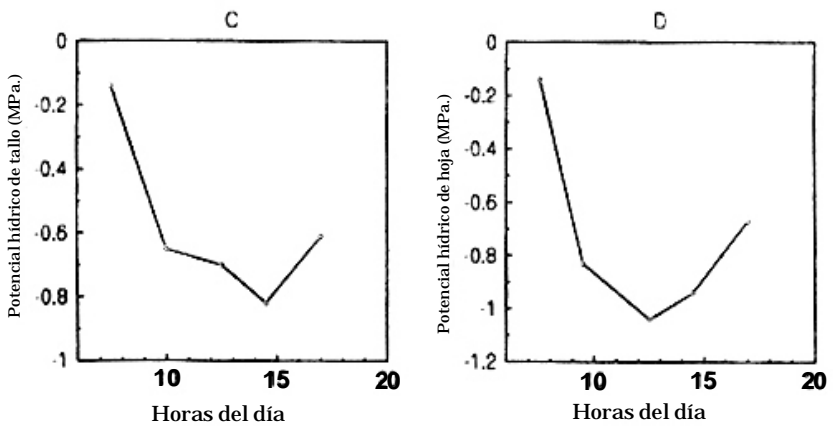
sd = Desviación standard

cv = Coeficiente de variación

**Guayabos sembrados a pie franco tipo criolla roja**



**Guayabos tipo cubana injertados sobre tipo criolla roja**



**Figura 3. Comportamiento diario del potencial hídrico del tallo (A) y del potencial hídrico de hoja (B) para guayabos francos de tipo criolla y guayabos injertados cubana/criolla, potencial hídrico de tallo (C) y de hoja (D), para el día 20-8-1997.**

en guayabos francos y para guayabos injertados de  $-0,89$  MPa para  $\Psi_t$  y  $-1,15$  MPa para  $\Psi_h$ .

Los coeficientes de variación (cv) indican una variabilidad mayor en el  $\Psi_h$  en comparación con el  $\Psi_t$ , para todas las horas de medición y tipo de

plantas (cuadros 1 y 2). Los valores de  $\Psi_t$  y  $\Psi_h$  reflejaron las condiciones climáticas imperantes en la zona para el día de la medición. Se obtuvieron potenciales mayores en días nublados; para guayabos francos estos fueron  $\Psi_t$  de  $-0,35$  y de  $\Psi_h$  de  $-0,44$  y para

**Cuadro 2. Valores promedios para potencial hídrico de tallo ( $\Psi$ tallo) y potencial hídrico de hoja ( $\Psi$ hoja) a mediodía para guayabos francos e injertados durante el transcurso del experimento.****Guayabos sembrados a pie franco tipo criolla roja**

Fecha	$\Psi$ tallo (MPa)	sd	cv	$\Psi$ hoja (MPa)	sd	cv
06/08/97	-0,73	0,57	7,87	-0,86	2,96	34,12
14/08/97	-0,65	0,41	6,29	-0,89	2,52	28,44
20/08/97	-0,76	0,61	8,02	-1,20	2,48	20,66
03/09/97	-0,76	0,61	8,10	-0,88	1,36	15,53
17/09/97	-0,85	0,70	8,21	-1,26	2,14	16,94
24/09/97	-0,30	0,29	9,71	-0,33	0,61	18,84
01/10/97	-0,40	0,26	6,45	-0,54	1,37	25,57

**Guayabos tipo cubana injertados sobre tipo criolla roja**

Fecha	$\Psi$ tallo (MPa)	sd	cv	$\Psi$ hoja (MPa)	sd	cv
06/08/97	-0,75	1,05	14,09	-1,21	2,93	24,18
14/08/97	-0,69	0,37	6,35	-1,02	3,75	36,79
20/08/97	-0,74	0,41	5,48	-0,98	1,47	14,97
03/09/97	-0,71	0,87	12,23	-0,86	2,61	30,32
17/09/97	-0,80	0,47	5,87	-1,18	1,96	16,56
24/09/97	-0,41	0,78	18,39	-0,42	0,52	12,78
01/10/97	-0,55	0,16	2,95	-0,59	1,36	41,67

guayabos injertados, se evidenciarón valores de  $\Psi$  t de  $-0,48$  y de  $\Psi$  h de  $-0,51$ . En días soleados los potenciales fueron menores, obteniéndose valores de  $\Psi$  t de  $-0,75$  y de  $\Psi$  h de  $-1,02$  en guayabos francos y valores de  $\Psi$  t de  $-0,74$  y del  $\Psi$  h de  $-1,05$  en guayabos injertados.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que la técnica de medición más precisa del potencial hídrico para el cultivo del guayabo es la de potencial de tallo, en virtud de

que el potencial hídrico de hoja, exhibió una alta variabilidad. Esto coincide con lo reportado en el cultivo del durazno (*Prunus domestica* L.) (14) y por Araujo (3, 4). El potencial de tallo debido a su menor variabilidad, podría utilizarse como una herramienta provechosa de trabajo experimental y de riego en vez del potencial de la hoja. Ahora bien, como el potencial hídrico de la planta está condicionado por la disponibilidad del agua en el suelo, por

la demanda hídrica impuesta por la atmósfera y por la resistencia del agua para moverse dentro de la planta, el potencial hídrico de la hoja tendría más restricciones a vencer, que el potencial hídrico de tallo, razón por la cual este manifiesta mayor uniformidad puesto que al cubrirse la hoja el efecto atmosférico es controlado (10).

Investigaciones realizadas en Lima "Tahiti" (11,13) señalan la importancia de seleccionar hojas a una

altura constante de la copa de la planta, para eliminar esta fuente de variación.

En la actualidad existen algunas escalas para establecer niveles de estrés hídrico en cultivos como las cítricas. Una de ellas ha sido propuesta (11, 17), esta incluye los niveles normal, moderado y severo, utilizando la cámara de presión para determinar el potencial hídrico de la hoja.

## Conclusiones y recomendaciones

La técnica más confiable para medir el potencial hídrico en el cultivo del guayabo (*P. guajava* L.) es la del potencial hídrico del tallo, utilizando la cámara de presión de Scholander.

El potencial hídrico medido a mediodía puede emplearse como indicador del estado hídrico de la planta asociado con el manejo del riego.

## Agradecimiento

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia (CONDES-LUZ

No. 0325-98) por el cofinanciamiento otorgado para la realización de esta investigación.

## Literatura citada

1. Añez, D. 1995. Riego en frutales. Memorias II Curso Manejo de plantaciones frutícolas. División de estudios para Graduados. Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo, Venezuela.
2. Añez, D. 1993. Manejo de suelos y aguas de la Planicie de Maracaibo (Maracaibo y sus alrededores, subsector semiárido). Irrigación de frutales. Informe final del periodo 1988-1992. Convenio Facultad de Agronomía (LUZ)-CORPOZULIA, p. 44-58.
3. Araujo, F., S. Quintero, J. Salas, J. Villalobos y A. Casanova. 1997. Crecimiento y acumulación de nutrientes del fruto de guayabo (*Psidium guajava* L.) del tipo "Criolla Roja" en la Planicie de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 14:315-328.
4. Araujo, F., A. Faria, C. Sanchez, W. Nickel., Y. Rivero y T. Urdaneta. 1999. A drip irrigation strategy for maximizing grapevine water use efficiency in tropical vineyards of Venezuela. ISHS. Workshop on water relations of grapevines. Acta Hort. 48. 117 - 140.
5. Bartolomé, M., V. Sotes, P. Baeza, C. Ruiz y L. Lissarrague. 1995. Efecto del déficit hídrico sobre el desarrollo vegetativo y fructífero del cultivar "Tempranillo" de vid (*Vitis vinifera* L). Invest. Agr. Prot. Veg. 10: 246-261.
6. Begg, J. y N. Turner. 1970. Water potential gradients in field tobacco. Plant Physiol. 46: 343-346.



7. COPLANARH, 1975. Inventario Nacional de tierra. Región Lago de Maracaibo. Atlas. MAC-CENIAP. Caracas - Venezuela.
8. COSTAT2. 1990. Costat software, Berkeley CA, derechos reservados. 217 p.
9. FAO. 1986. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Riego y drenaje No. 33: 8-9.
10. Grassi, C. 1988. El ambiente edafoclimático y la producción de los cultivos. Centro Interamericano de desarrollo integral de agua y tierras (CIDIAT). Mérida, Venezuela. p.193 – 229.
11. Huang, X., H. Huang y G. Fei Fei. 2000. The growth potential generated in citrus fruit under water stress and its relevant mechanisms. *Scientia Horticulturae* 83: 227-240.
12. Kramer, C. 1974. Tensión hídrica y crecimiento de las plantas. p. 393 - 443. En: Relaciones hídricas de suelo y plantas. Trad. por Leonol Tejada. Ed. Harla. Mexico, Estados Unidos, Centroamérica.
13. Lugo, L., F. Araujo y R. Villalobos. 1996. Una metodología para la estimación del estrés hídrico en plantas de lima (*Citrus* "Tahiti"). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 13: 49-60
14. McCutcham, H. y K. Shackeland. 1992. Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. cv. French). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 607- 611.
15. Pearcy, R., J. Ehleringer, H. Mooney y P. Rundel (Eds.). 1991. *Plant Physiological Ecology. Field Methods and Instrumentation*. Chapman and Hall.
16. Scholander, P., H. Hammel, E. Bradstreet y E. Hemmingsen. 1965. Sap pressure in vascular plants. Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science* 148: 339-346.
17. Southwick, S y T. Davenport. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. *Plant. Physiol.* 81: 26 - 29.