

CONTENIDO FOLIAR DE ELEMENTOS NUTRICIONALES EN TRES CLONES DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) EN ÉPOCA DE ALTA ACTIVIDAD DE CRECIMIENTO

Elicel Guerra¹ y Dámaso Bautista¹

RESUMEN

Los contenidos foliares de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre y manganeso fueron determinados en tres clones de guayaba (*Psidium guajava* L.), de una plantación ubicada en Tarabana, municipio Palavecino, estado Lara, usando un diseño de bloques al azar con 6 repeticiones, con tres plantas por cada repetición. Los muestreos se hicieron en febrero y en julio de 1996, en enero y agosto de 1997. En cada uno de estos se tomaron hojas de las posiciones número 3 y 4 contando, desde la base en las ramas no fructíferas. En cada muestreo se tomaron de 12 a 24 hojas adultas y sanas por unidad experimental de cada uno de los clones Mara 4, Mara 6 y Mara 8. Los contenidos de elementos en los tres clones permanecieron dentro de los rangos de suficiencia deseados cuyos valores medios fueron de 1,57%; 0,18%; 1,25%; 1,64%; 0,30% para N, P, K, Ca y Mg, y de 31,3 mg/kg; 120,3 mg/kg; 11,1 mg/kg 88,8 mg/kg para Zn, Fe, Cu y Mn, respectivamente. Los clones no presentaron diferencias significativas para ninguno de los elementos minerales. Los elementos K, Ca y Mg fueron los únicos que presentaron variaciones con respecto a las fechas de muestreos, indicando que pudiera existir algún tipo de antagonismo entre ellos, dado que al disminuir el K tienden a aumentar el Ca y el Mg. El contenido de potasio en las hojas de ramas no fructíferas en el muestreo de enero del 97, fue el más bajo y coincidió con el período de fructificación por lo que, este comportamiento se debió probablemente a una movilización preferencial del elemento hacia las ramas fructíferas.

Palabras clave adicionales: Cultivar, rama fructífera, nutrimentos

ABSTRACT

Leaf mineral status of three guava (*Psidium guajava* L.) cultivars during high growth activity

The leaf content of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, and Mn was determined on the guava cultivars Mara 4, Mara 6, and Mara 8 in February and July 1996 and January and August 1997 in Tarabana, Lara state, Venezuela. In each sampling date leaves from third and fourth nodal position from the base of non-fruiting shoots were taken for chemical determinations. Each sample consisted of 12 to 24 healthy, mature leaves as experimental unit for each clone. The elemental content from cvs. Mara 4, Mara 6 and Mara 8 were within the sufficiency range with average values of 1.57, 0.18, 1.25, 1.64, and 0.30% of N, P, K, Ca, and Mg, respectively; in the case of microelement contents, the average values were 31.3 mg/kg of Zn, 120.3mg/kg of Fe, 11.1 mg/kg of Cu, and 88.8 mg/kg of Mn. No significant differences for any of the mineral nutrient was found among clones. The K, Ca, and Mg were the only ones that presented variation in their contents in relation to the date of sampling. This could be attributed to the strong antagonism among them. The K content on non-fruiting shoots in January 97 was the lowest found and it was coincident with the period of fruit growing so this could represent a preferential movement of the element towards the fruiting shoot.

Additional key words: Clone, fruiting shoot, mineral nutrient

INTRODUCCIÓN

El contenido de elementos minerales en las plantas varía de acuerdo a la edad, la parte de la planta, la especie, el procedimiento de muestreo y el sitio de la plantación (Lahav y Tuner, 1989). Además, el conocimiento de las interacciones entre los nutrientes resulta importante para un entendimiento cabal de la

nutrición de las plantas (Lahav y Tuner, 1989; Malavolta et al., 1989; Romero, 1987; Walworth y Summer, 1987). En la planta de guayaba, por efecto de la edad de la hoja, los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, zinc y cobre disminuyen en la medida que la hoja aumenta en edad y los de calcio, magnesio, sodio y manganeso se incrementan (Singh y Rajput, 1978a; Kumar y Pardey, 1979).

Recibido: Abril 20, 2001

Aceptado: Abril 23, 2002

¹ Posgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela.

Lacoeuilhe y Martin-Prével (1971), demostraron que opera un fuerte antagonismo entre K, Ca y Mg en las hojas del banano de tal manera que al aumentar el contenido foliar de potasio, disminuye el de calcio y más aun, el de magnesio. Esto explica los problemas nutricionales con el magnesio, cuando se recurre a una alta y exclusiva fertilización potásica.

En el guayabo, los niveles de N, Ca y Mg son altos en las hojas de la base de la rama y disminuyen hacia las hojas terminales; mientras que lo inverso se observa para P, K, Na, Zn y Mn (Kumar y Pardey, 1979). Por su parte, González et al. (1993a) no hallaron diferencias significativas por la posición de la hoja en brotes no fructíferos para los contenidos de N, K, Ca, Mg, y Na. Sin embargo, para el elemento P, su concentración fue mayor en las hojas de la base que en las del ápice de la rama. La estabilización de todos los nutrimentos parece que ocurre a los 5 meses de edad de la hoja; además, el contenido de materia seca en las hojas, se incrementa con la edad y con la posición desde la base hacia la parte terminal de la rama. (Kumar y Pardey, 1979). En determinaciones de niveles foliares de N, P, K, Ca y Mg en ramas fructíferas y no fructíferas, Chaudary et al. (1989) y Singh y Rajput (1978b) encontraron que los niveles más altos

se hallaron en los terminales fructíferos, interpretándose que esos nutrientes son requeridos y movilizados hacia las ramas en fructificación. Por otra parte, González et al. (1993a) en evaluaciones de plantaciones de guayabo del estado Zulia, no encontraron diferencias significativas en las concentraciones foliares de los elementos N, P, K, Ca, Mg y Na entre brotes fructíferos y no fructíferos, para el momento entre floración y cuajado de frutos.

El procedimiento para el muestreo foliar del guayabo difiere según los autores; así Chaudary et al. (1989); Singh y Rajput (1978b) establecieron que se deben tomar hojas de 4 a 8 meses de edad, de la parte media de brotes no fructíferos. Por otro lado, Mata y Rodríguez (1990) indican que para el muestreo se debe tomar un par de hojas ubicadas entre el tercero y el quinto nudo a partir del ápice, una vez que se ha cosechado. Según González et al. (1993a), para el nitrógeno foliar, se debe muestrear las hojas centrales de brotes en crecimiento con cinco pares de hojas, debido a que las hojas de los nudos en las posiciones 3 y 4 arrojaron los mayores ajustes de regresión, para diferentes dosis y frecuencias de aplicaciones de nitrógeno al suelo. Khanduja y Garg (1980), usando datos propios y de otros autores registraron los rangos óptimos observados en diversos ensayos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rangos de suficiencia (%) reportados para hojas de guayaba, según diversos autores (Khanduja y Garg, 1980).

Autores	Nutrimentos				
	N	P	K	Ca	Mg
Khanduja y Garg (1980)	1,63-1,96	0,18-0,24	1,31-1,62	0,67-0,83	0,52-0,65
Dupleis et al. (1973)	1,31-1,64	0,14-0,16	1,30-1,62	0,89-1,50	0,25-0,42
Singh y Rajput (1978)	-	-	1,25-1,47	-	-
Rajput y Singh (1976)	-	0,45-0,65	-	-	-

Los resultados son variables debido a las metodologías usadas, pero pueden servir de referencia para el diagnóstico nutricional del cultivo. Al respecto, Lahav y Turner (1989) sugirieron que para el caso de estándares para la interpretación de análisis de tejidos en los cultivos de los bananos, provenientes de otros países, pueden utilizarse teniendo en cuenta las limitantes de variedad, clima y condiciones edáficas locales.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar los contenidos de los principales elementos foliares en tres clones de guayabo, durante cuatro épocas sucesivas de alta actividad vegetativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental del Posgrado de Horticultura en

Tarabana, estado Lara (10° 05' N; 69° 16' W; 510 msnm). La zona presenta las siguientes características climáticas: precipitación promedio anual de 887 mm con una temperatura media anual de 25,8 °C, insolación diaria de 7,1 horas sol y una evaporación de 2.049 mm/año. Los suelos en los primeros 40 cm de profundidad son franco-arenosos, con pH moderadamente alcalino, bajos en materia orgánica (1,5%), fósforo (2 mg/kg) y potasio (28 mg/kg); el calcio presenta niveles muy altos (mayor de 3.000 mg/kg) debido a la presencia de carbonatos. El nivel magnesio es de 168 mg/kg.

Las plantas de guayaba (*Psidium guajava* L.) usadas pertenecen a los clones Mara 4, Mara 6 y Mara 8, los cuales fueron propagados por estacas y plantados en campo en noviembre de 1995. Durante la realización del ensayo las plantas fueron fertilizadas dos veces; la primera al momento de siembra mediante la aplicación en el fondo del hoyo de 2 kg de estiércol de pollo y la segunda aplicando 150 g de la fórmula 12-24-12. Además, se aplicaron 200 g de sulfato de potasio a los ocho meses de la plantación en campo. El riego se hizo mediante microtubos en aplicaciones semanales durante las épocas de sequía.

Se determinaron los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso en las hojas de las posiciones 3 y 4 de las ramas no fructíferas, ubicadas en la parte media de la planta, en los tres clones (González et al., 1993b; Singh y Rajput, 1978a).

Para los análisis químicos se hicieron cuatro muestreos en el tiempo; el primero se hizo en febrero 1996, en ramas de primer orden de ramificación después de la primera poda; el segundo en julio de 1996, en ramas de segundo orden de ramificación después de la primera poda; el tercero, en enero de 1997, en ramas de primer orden de ramificación después de la segunda poda y el cuarto, en agosto de 1997 en ramas de segundo orden de ramificación después de la segunda poda. Se denominaron ramas del primer orden a aquellas que se forman insertas al eje principal erecto, de segundo orden a las que se insertan sobre las de primer orden y así sucesivamente. Los tres clones fueron considerados como tratamientos con seis plantas

por repetición para conformar un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Cada muestreo estuvo constituido por 12 a 24 hojas adultas y sanas, por unidad experimental, conformándose tres muestras compuestas por cada tratamiento. La determinación de los elementos nutricionales se realizó, siguiendo la metodología establecida por Jones y Case (1990), la cual consiste de los siguientes pasos:

a. Preparación de las muestras para su análisis.

Las muestras se lavaron con solución jabonosa débil (2 g de detergente más HCl diluido al 0,5 %) y se enjuagaron con abundante agua corriente y un lavado final con agua destilada. Luego fueron secadas en estufa de ventilación forzada, molidas a 20 mallas en un molino Wiley y colocadas en frascos plásticos hasta su análisis.

b. Análisis químico

Un gramo de cada muestra fue colocado en un crisol para ser reducida a ceniza en una mufla, a 500 °C durante un lapso de 6 horas. Después del enfriado, a cada crisol se le añadió 10 ml de HNO₃ al 20 % y se mantuvieron en reposo. El contenido de cada crisol fue cuidadosamente trasvasado a un balón de 50 ml (Jones y Case, 1990) y se aforó con agua desmineralizada, quedando la solución lista para su análisis. La determinación del contenido de los elementos se hizo por espectrofotometría de absorción atómica a excepción del fósforo, el cual se determinó por colorimetría ultravioleta en solución de vanadato-molibdato. El nitrógeno fue determinado por el método micro-kjeldahl, usando como catalizador el sulfato de potasio combinado con selenio al 1 %.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y pruebas de medias usando el programa estadístico CoStat, versión 4.21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de los elementos según los análisis de tejido, se presentan en el Cuadro 2. Al comparar estos resultados con los rangos de suficiencia de los elementos N, P, K, Ca y Mg reportados por Khanduja y Garg (1980) (Cuadro 1) pareciera indicar que el estatus

nutricional de los clones Mara 4, Mara 6 y Mara 8, permaneció dentro de rangos de suficiencia hasta ahora reconocidos para este cultivo.

Los rangos de suficiencia registrados pertenecen a cultivares de la India; sin embargo, Lahav y Turner (1989) señalaron que estándares provenientes de otros países pueden ser utilizados si se tiene en cuenta las limitantes de variedad, clima y condiciones edáficas locales. En este caso, los tres cultivares crecieron y se desarrollaron en un ambiente favorable, con una radiación de $900 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ o más durante la mayor parte del día y temperaturas entre 25 y 34 °C todo el año, condiciones consideradas por Marler (1994) como óptimas para este cultivo. Por otra parte, el suelo no presentó limitantes físicas ni químicas, con la excepción de ser moderadamente alcalino. La apariencia externa, indicativo del estado general de las plantas (Bould et al., 1983; Malavolta et al., 1989) y de la plantación, se mantuvo vigorosa y de apariencia sana, lo que hizo suponer que los contenidos de macroelementos permanecieron dentro de los rangos adecuados. Los datos muestran que los contenidos de nitrógeno y potasio son bastante más elevados que los de

fósforo, al tiempo que los de N fueron similares a los de K. Los datos sobre N, P y K reportados por Medina et al. (1988) y Natale (1997) son semejantes en contenido y proporciones a los del presente trabajo. Sin embargo, la información disponible se considera muy escasa, por lo que deficiencias o desbalances ocultos no se han podido correlacionar mediante comparaciones entre diferentes investigaciones. El contenido de micronutrientes reportados en el presente trabajo es consistente para Zn y Cu y muy altos para Fe y Mn, con respecto a los presentados por Medina et al. (1988) y Natale (1997), dada la escasez de información las comparaciones entre investigaciones podrían resultar inapropiadas. Los contenidos foliares de los elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn, no mostraron diferencias significativas entre los tres clones en ninguno de los muestreos realizados (Cuadro 3). La variación de los contenidos de los elementos de acuerdo a la época de muestreo, fueron estadísticamente diferentes solamente para los elementos K, Ca y Mg, (Cuadro 3). El K y el Ca, y en menor grado el Mg, presentaron variaciones entre el tercero y cuarto muestreo.

Cuadro 2. Contenido foliar de elementos minerales, en los clones de guayaba Mara 4, Mara 6 y Mara 8, en Tarabana estado. Lara. Cada valor es el promedio de tres muestreos.

Clon	Primer muestreo: Febrero 1996								
	N	P	K (%)	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
Mara 4	1,57	0,18	1,72	1,22	0,23	29,47	115,1	10,50	88,9
Mara 6	1,57	0,19	1,70	1,22	0,24	27,60	116,5	10,66	88,8
Mara 8	1,56	0,19	1,72	1,21	0,26	28,70	119,46	10,16	92,4
Clon	Segundo muestreo: Julio 1996								
	N	P	K (%)	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
Mara 4	1,56	0,19	1,48	1,23	0,21	29,50	119,7	11,33	84,4
Mara 6	1,59	0,19	1,44	1,19	0,21	27,88	120,75	11,0	87,9
Mara 8	1,56	0,19	1,39	1,22	0,24	29,85	122,43	11,6	92,8
Clon	Tercer muestreo: Enero 1997								
	N	P	K (%)	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
Mara 4	1,60	0,18	1,56	1,37	0,33	36,15	122,5	10,50	88,1
Mara 6	1,66	0,18	1,54	1,37	0,37	33,15	98,9	11,83	93,7
Mara 8	1,58	0,16	1,55	1,34	0,34	32,03	123,0	12,05	102,2
Clon	Cuarto muestreo: Agosto 1997								
	N	P	K (%)	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
Mara 4	1,58	0,17	0,33	2,87	0,41	33,6	116,1	10,5	73,3
Mara 6	1,61	0,18	0,39	2,81	0,49	37,9	129,3	11,8	91,8
Mara 8	1,53	0,17	0,30	2,69	0,39	31,4	125,5	10,9	87,6

Cuadro 3. Prueba de medias entre los clones y fechas de muestreo del contenido de minerales a nivel foliar de los clones de Guayaba Mara 4, Mara 6 y Mara 8.

	Entre clones								
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
			%					g/kg	
Mara 4	1,57a	0,18a	1,27a	1,67a	0,29a	32,68a	118,4a	10,7a	83,6a
Mara 6	1,60a	0,18a	1,27a	1,65a	0,32a	31,36a	116,3a	11,3a	90,5a
Mara 8	1,56a	0,18a	1,25a	1,62a	0,31a	30,49a	122,5a	11,2a	93,7a
Signif.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,83	8,59	3,81	5,87	14,10	14,33	6,03	18,72	8,90
	Entre muestreos								
Feb-96	1,56a	0,18a	1,71a	1,21b	0,24b	28,59a	119,6a	10,4a	90,1a
Jul - 96	1,57a	0,19a	1,43b	1,21b	0,22b	28,74a	121,9a	11,3a	88,3a
Ene-97	1,61a	0,17a	1,55b	1,36b	0,34a	33,77a	116,4a	11,4a	92,6a
Ago-97	1,57a	0,17a	0,34c	2,79a	0,43a	34,3a	123,6a	11,1a	84,2a
Signif.	ns	ns	**	*	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,51	7,85	4,73	4,17	17,32	16,00	5,38	20,98	8,60

Medias con letras diferentes difieren al 5%, según la prueba de Duncan.

ns: no significativo, ** significativo al 1%, *significativo al 5%.

Los contenidos de los elementos estudiados parecen mantenerse más o menos constantes en las hojas de ramas primarias, secundarias y terciarias, con muy poca variación entre ellos.

La tendencia a disminuir en los contenidos de K y a incrementarse los de Ca y Mg, pareciera indicar que existe un antagonismo que opera de tal manera que al disminuir el contenido foliar del potasio, tiende a aumentar el del calcio y en menor grado el del magnesio. Resultados similares fueron reportados por Lacoeyllhe y Martin-Prével (1971), quienes al evaluar las interacciones entre los elementos K, Ca y Mg en hojas de bananos, encontraron que existe un fuerte antagonismo entre ellos, por cuanto al aumentar el contenido de K, disminuía el de Ca y Mg.

Los bajos niveles de potasio que se presentaron en el tercer y cuarto muestreo, época de la floración y fructificación de las plantas, se debieron probablemente a su movilización hacia ramas fructíferas por ser requerido para la producción de frutos. El tercer muestreo (enero del 97) y el cuarto muestreo (agosto del 97) coincidieron con épocas en las cuales las plantas desarrollaban procesos de fructificación dado que las floraciones se presentaron de marzo a mayo, centrándose en mayo, el primer flujo y, de octubre a noviembre el segundo flujo (Guerra, 1997). En el caso del tercer muestreo, la

proporción mayor de frutos en formación podrían encontrarse entre los 45 y 55 días desde floración, mientras que en el cuarto muestreo, la mayor proporción de frutos podría estar entre los 60 y 70 días desde la floración. En general, los resultados coincidieron con los reportados por Chaudary et al. (1989) y Singh y Rajput (1978a; 1978b), quienes indicaron que los niveles foliares de N, P y K, en plantas de guayaba, eran más altos en los terminales fructíferos debido a su movilización hacia la producción de frutos.

CONCLUSIONES

Los contenidos foliares de los elementos analizados no mostraron diferencias entre clones en ninguno de los cuatro muestreos.

Los contenidos de K, Ca y Mg presentaron diferencias entre muestreos, observándose que al disminuir el K, se incrementó el Ca y en menor grado el Mg, cuando el crecimiento vegetativo y reproductivo ocurrió simultáneamente.

LITERATURA CITADA

1. Bould, C., E Hervitt y A. Needham. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plants. ARC. Londres, UK. 320p.
2. Chaudary S., K. Ram y A. Rehalia. 1989.

- Standardization of Foliar Sampling Technique in guava. *Indian Journal of Horticulture* 46(2): 161-163.
3. González, J., E. Rendiles y O. Urdaneta. 1993a. Diagnósis foliar en guayaba (*Psidium guajava* L) en etapa de floración a cuaje de fruto, época de febrero a junio de 1991. Tesis. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 87 p.
 4. González, J., E. Rendiles y O. Urdaneta, A. Casanova y M. Marín, 1993b. Diagnóstico foliar en guayaba (*Psidium guajava* L.). I. Variación de la concentración de nitrógeno en hojas de brotes no fructificados. *Rev. de Agronomía (LUZ)* 10(1): 62. (resumen)
 5. Guerra, E. 1997. Estudio del crecimiento comparativo de tres clones de guayaba (*Psidium guajava* L.) sometidos a poda. Trabajo de Grado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. 108 p.
 6. Jones Jr., J.B y V.W. Case. 1990. Sampling, handling and analyzing plant tissue Samples. *In: Soil Testing and Plant Analysis. Series N° 3.* Westerman, R.L. (ed.). Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. pp. 390 - 426.
 7. Khanduja, S. y V. Garg. 1980. Nutritional status of guava *Psidium guajava* L. trees in North Indian. *Indian J. Hort. Sci.* 55(4): 433-435.
 8. Kumar P. y R. Pardey. 1979. Sampling for mineral content in leaves of guava cultivar Lucknow 49. *Scientia Horticulturae* 11:163-174.
 9. Lacoeyilhe, J. y P. Martin-Prével. 1971. Culture sur milieu artificiel: Carences en K,Ca,Mg chez le bananier: analyse foliare. *Fruits* 26(4):243-253.
 10. Lahav, E. y D. Turner. 1989. Nutrición del Banano. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Inpofos. Quito. 128 p.
 11. Malavolta, E., G. C. Vitti y S. A. De Olivera. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Potafos. Piracicaba, SP (Brasil).
 12. Marler, T.E. 1994. Guava. *In: B.S. Schaffer y P.C. Andersen.* (eds.). *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Vol. II. Subtropical and Tropical Crops.* CRC Press. Boca Ratón, FL. pp. 213-216
 13. Mata I. y A. Rodríguez. 1990. Cultivo y Producción del Guayabo. Editorial Trillas, México. 96 p.
 14. Medina, J.C. 1988. Cultura. *In: Gaiaba. Serie Frutas Tropicais N° 6.* 2a. ed. Rev. e Ampl. TAL, Campinas, Brasil. pp. 1-120.
 15. Natale, W. 1997. Nutricao mineral e adubacao de frutiferas: Goiabeira. Simposio Brasileiro sobre a Cultura de Goiabeira. Jabotical, SP. Anais: 63-92.
 16. Romero, L. 1987. A new statistical approach for the interpretation of nutrient interrelationships. II. Copper deficiency. *Journal of Plant Nutrition* 10(9-16): 2077-2087.
 17. Singh, N. y C. Rajput. 1978a. Effect of leaf age and position and fruiting status on Guava leaf mineral composition. *Journal of Horticultural Science* 53: 73 - 74.
 18. Singh, N. y C. Rajput. 1978b. Leaf analysis as a guide to nitrogen nutrition of guava (*Psidium guajava* L). *Progressive Hort.* 13(1): 27 - 39.
 19. Walworth, J. y M. Summer. 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Adv. Soil. Sci.* 6: 149-188.