

# DINÁMICA Y DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DEL GUAYABO EN IGUALA, GUERRERO, MÉXICO

Dynamic and Nutritional Diagnosis of Guava in Iguala, Guerrero, Mexico

Agustín Damián-Nava<sup>1†</sup>, Víctor A. González-Hernández<sup>2</sup>, Prometeo Sánchez-García<sup>2</sup>,  
Cecilia B. Peña-Valdivia<sup>2</sup> y Manuel Livera-Muñoz<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se estudió la dinámica y el diagnóstico nutrimental en árboles de guayabo (*Psidium guajava* L.) en Iguala, Guerrero, México, donde es un cultivo de recién introducción. Los mayores valores foliares de N se presentaron en enero cuando inició la principal brotación vegetativa y reproductiva; luego disminuyeron durante el crecimiento de los frutos y maduración de la hoja; los valores más altos de K se obtuvieron de febrero (amarre del fruto) a abril (fase III de crecimiento del fruto) y en octubre. La concentración de Ca más alta fue de abril (etapa III de crecimiento del fruto) a mayo (maduración del fruto); las mayores concentraciones de Fe y Mn se observaron de marzo a octubre. El contenido de P, Mg, Cu y B fue constante durante el año. Sólo el Mg estuvo en intervalo inferior a la referencia. Para el diagnóstico nutrimental, los árboles estudiados se agruparon con base en su rendimiento. De acuerdo con el diagnóstico nutrimental por el método convencional (MC), el contenido de todos los nutrimentos, excepto Ca y Mn, fue de normal a alto. Con el método desviación del óptimo porcentual (DOP), todos los índices (excepto Fe) fueron deficientes; para la mayoría de los grupos de guayabos su orden de requerimiento nutrimental (ORN) de macronutrimentos fue:  $P > Mg > Ca > N > K$ . El ORN de los micronutrimentos fue  $Zn > Mn$ . Con el método DRIS, en la mayoría de los grupos de guayabo, los nutrimentos N, Mn y Zn resultaron deficientes, y su ORN fue  $N > Mn > Zn$ . Se encontró que con el DOP, la correlación del índice de desbalance nutrimental y del rendimiento fue baja ( $R^2 = 0.47$ ); para DRIS dicha

correlación fue alta ( $R^2 = 0.93$ ). Por lo tanto, DRIS fue el mejor método para diagnosticar el desbalance nutrimental del guayabo.

**Palabras clave:** *Psidium guajava* L., métodos de diagnóstico nutrimental, orden de requerimiento nutrimental.

## SUMMARY

The nutritional dynamics and diagnosis of guava (*Psidium guajava* L.) trees were studied in Iguala, Guerrero, Mexico, where it was recently introduced. The highest foliar contents of N occurred in January, when most of the vegetative and reproductive shoots were spouting. They decreased during fruit growth stage and leaf maturing, while the highest K values were obtained from February (fruit ripening) to April (stage III of fruit growth) and in October. The highest concentration of Ca was from April to May (stage III to fruit maturing) and the highest concentrations of Fe and Mn occurred from March to October. The content of P, Mg, Cu, and B was constant during the year. Only Mg was in a lower range than the reference. According to the conventional method (MC), all nutrients, except Ca and Mn, varied from normal to high concentrations. However, with the deviation from optimum percentage method (DOP) all macro and micronutrients (except Fe) had negative indexes and for the majority of the guava groups, their most frequent order of nutritional requirements (ORN) for macronutrients was  $P > Mg > Ca > N > K$ , and for micronutrients  $Zn > Mn$ . With DRIS, in the majority of the guava groups, the nutrients N, Mn, and Zn showed negative values, with the following ORN:  $N > Mn > Zn$ . The relationship between the nutritional unbalance index (IDN) and fruit yield for DOP was low ( $R^2 = 0.47$ ), but it was high ( $R^2 = 0.93$ ) for DRIS. Therefore, DRIS was the best method for diagnosing the nutritional unbalance in guava trees.

<sup>1</sup> Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Periférico Poniente s/n, 40100 Iguala, Guerrero, México.

<sup>†</sup> Autor responsable (agudana@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, estado de México.

**Index words:** *Psidium guajava* L., methods of nutrimental diagnosis, order of nutrimental requirement.

## INTRODUCCIÓN

El análisis químico de tejido vegetal es una excelente herramienta para conocer el estado nutrimental en casi la totalidad de los vegetales; su objetivo fundamental es diagnosticar anomalías nutrimentales en los cultivos (Alcántar-González y Sandoval-Villa, 1999) y sirve como base para ofrecer recomendaciones de fertilización (Mills y Jones, 1996).

En guayabo (*Psidium guajava* L.), como en otras especies, la composición nutrimental de las hojas varía con la edad y la posición de las mismas en los brotes, el tipo de brote (vegetativo o reproductor) y el estado fenológico del árbol. Por ejemplo, los valores de N, P, K, Zn y Cu en hojas de guayabo disminuyen a medida que la hoja aumenta de edad, y Ca, Mg y Mn se incrementan (Singh y Rajput, 1978a), pero se estabilizan a los cinco meses de edad (Kumar y Pandey, 1979).

En la época de floración y fructificación del guayabo, los valores de K son bajos, lo que se atribuye a su movilización hacia los frutos en formación (Guerra y Bautista, 2002). Lo mismo encontraron Singh y Rajput (1978a) y Chaudary *et al.* (1989) al observar similares tendencias de N, P y K en plantas de esta especie, porque sus valores son más altos en los brotes fructíferos que en los vegetativos. El contenido foliar de K, Ca y Mg también varía entre fechas, de manera que al disminuir K, se incrementa Ca y, en menor grado, Mg (Guerra y Bautista, 2002). Por esta razón, el muestreo de hojas para el análisis debe considerar edad y posición de la hoja en el brote, tipo de brote y etapa fenológica. Para guayabo, Mata-Beltrán y Rodríguez-Mendoza (1990) recomendaron muestrear entre el tercer y quinto nudo a partir del ápice, mientras que Singh y Rajput (1978b) y Chaudary *et al.* (1989) indicaron que deben muestrearse hojas de cuatro a ocho meses de edad de la parte media de los brotes vegetativos.

Por otro lado, los valores obtenidos del análisis foliar pueden ser interpretados por diversas técnicas de diagnóstico nutrimental: el método convencional (MC) que genera intervalos o valores críticos (Mills y Jones, 1996), la desviación del óptimo porcentual (DOP) (Montañés *et al.*, 1993), y el sistema integrado

de diagnóstico y recomendación (DRIS) (Beaufils, 1973).

El MC se basa en los valores óptimos de nutrimentos (Mills y Jones, 1996; Lucena, 1997), pero sin considerar las condiciones de clima, suelo y fuente nutrimental con la que se generaron los intervalos, por lo que éstas pueden variar entre sitios y autores.

El DOP cuantifica la cantidad en que un nutrimento se desvía con respecto a su norma específica. En este método, el valor nutrimental óptimo para cualquier elemento es igual a cero, de modo que los valores positivos indican excesos y los negativos deficiencias. El método permite calcular el índice de desbalance nutrimental (IDN), que se refiere a la suma de los valores absolutos de los índices DOP (Montañés *et al.*, 1993) y representa el balance nutrimental total de la planta, que puede relacionarse con el rendimiento.

El DRIS hace uso de relaciones entre nutrimentos para calcular los índices de desbalance nutrimental de un cultivo; estos desbalances pueden ser por deficiencias o excesos, porque el exceso de un nutrimento puede provocar deficiencia de otros y disminución del rendimiento. El DRIS también requiere de valores estándares o normas de referencia, los cuales se obtienen de un muestreo previo que permita obtener los datos básicos para generar las normas (Beaufils, 1973).

Por ser el guayabo un cultivo de reciente introducción en el estado de Guerrero, se desconoce su dinámica nutrimental a lo largo del año. Además, no se ha especificado el mejor método para hacer el diagnóstico nutrimental en esta especie que contribuya a dar un manejo nutrimental adecuado al cultivo para la obtención de un rendimiento alto y buena calidad de fruto. En el presente estudio, se evaluó la dinámica nutrimental del guayabo en diversas épocas del año en Iguala, Guerrero, y se compararon los tres métodos de diagnóstico nutrimental (MC, DOP y DRIS) para elegir el que mejor proporcione el estado nutrimental del guayabo en la etapa de fructificación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de dinámica y diagnóstico nutrimental del guayabo se llevó a cabo en una huerta experimental, ubicada a 18° 20' 45" N y 99° 24' 40" O, y una altitud de 735 m. Su clima es cálido, el más seco de los subhúmedos, cuya precipitación pluvial acumulada de junio a septiembre

de 2001 fue de 1050 mm, y su temperatura media tendió a mantenerse en 30 °C a lo largo del año, excepto de octubre a febrero cuando descendió a 25 °C (García, 1981). El suelo es profundo de color pardo oscuro, con 40% de arcilla, pH de 8.2, con 1.5% de materia orgánica; 0.3% de N total, 15 mg kg<sup>-1</sup> de P y K de 2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de suelo.

Cada mes, desde noviembre 30 de 2001 hasta abril 30 de 2002, se aplicaron riegos de auxilio. Al inicio del experimento los árboles tenían 3.5 años, y estuvieron distribuidos en un arreglo de tresbolillo y a distancias entre planta de 6 m. No se les hizo aplicación de fertilizantes ni podas. Las malezas se controlaron con herbicida Faena® (del grupo de los glifosatos) a 10 mL L<sup>-1</sup> de agua, y la mosca de la fruta (*Anastrepha* spp.) se controló semanalmente con Malatión® (2 mL L<sup>-1</sup> de agua), adicionado con proteína hidrolizada (10 mL L<sup>-1</sup>).

Para determinar la dinámica nutrimental, cada mes durante un año (junio 2001 a mayo 2002), se muestrearon 40 hojas maduras del tercero al sexto nudo de brotes vegetativos menores que un año, ubicados en la parte media de la copa del árbol. Para el diagnóstico nutrimental de brotes vegetativos, se tomaron hojas en abril, cuando los frutos de la cosecha principal se encontraban en la etapa III de crecimiento. Los 36 árboles muestreados se agruparon de acuerdo con su rendimiento individual, en < 35, 35 a 40, 41 a 45, 46 a 50, 51 a 55, 56 a 60 y > 60 kg árbol<sup>-1</sup>.

El N total se determinó por el método microkjeldahl (Alcántar-González y Sandoval-Villa, 1999); P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn y B fueron extractados por digestión triácida y analizados con el método de espectrometría de emisión atómica de plasma por inducción acoplada (AES-ICP) (Alcántar-González y Sandoval-Villa, 1999).

Los contenidos de nutrientes obtenidos para la dinámica nutrimental fueron comparados con valores críticos propuestos por diversos autores (Singh y Rajput, 1978a; Borys y Acalde, 1987; Guerra y Bautista, 2002) para determinar su valor en la hoja: bajo, normal y alto. Las concentraciones nutrimentales, obtenidas en cada grupo de árboles en el mes de abril, se interpretaron y se compararon con los métodos de diagnóstico MC, DOP y DRIS.

Para el MC, los resultados de los análisis foliares se compararon directamente con los valores de varios autores y se clasificaron de acuerdo con la concentración obtenida por grupo de árboles, como: bajo, normal y alto. En cuanto al método DOP,

la norma se obtuvo de la media de los datos de cada grupo de árboles estudiados y el índice DOP se obtuvo mediante la ecuación:

$$I_A = \frac{A - a}{a} \times 100$$

donde: I<sub>A</sub> = índice del nutrimento; A = concentración del elemento obtenido del análisis foliar; a = media del nutrimento (norma).

El contenido nutrimental también se referenció con las etapas fenológicas de las mismas plantas en las que se obtuvo el valor de los nutrientes, investigadas por Damián-Nava *et al.* (2004) con la única finalidad de conocer cuál era el estado nutrimental en cada una de las etapas (Figura 1).

El IDN se calculó mediante la suma de los valores absolutos de los índices DOP; cuanto menor fue el valor absoluto de la suma de los índices DOP, más cercano del óptimo estuvo el conjunto de elementos considerados. Las normas DRIS utilizadas como referencia en esta investigación (Cuadro 1) se obtuvieron de 196 observaciones de análisis foliar y rendimiento, en huertos de guayabo de Calvillo, Aguascalientes y de Apozol, Zacatecas. Para calcular los índices DRIS, orden de requerimiento nutrimental (ORN) e índice de desbalance nutrimental (IDN), se utilizó un programa de computo denominado IDRIS.

Por último, se correlacionaron el IDN y el rendimiento de cada grupo de árboles para los métodos DOP y DRIS, para observar la tendencia del IDN a medida que disminuye o incrementa el rendimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dinámica Nutrimental del Guayabo

La concentración foliar de N varió durante el periodo de muestreo; los valores más altos se presentaron en enero (> 25 g kg<sup>-1</sup>), abril (≥ 20 g kg<sup>-1</sup>) y agosto (20.3 g kg<sup>-1</sup>), y los menores valores (< 20 g kg<sup>-1</sup>) se observaron en julio y de septiembre a diciembre. En comparación con los resultados (15.7 g kg<sup>-1</sup>) de Guerra y Bautista (2002), obtenidos en Lara, Venezuela, en Iguala, México el contenido de N en las hojas de guayabo de enero a febrero fue alto, mientras que en los demás meses estuvo dentro del intervalo normal (Figura 1).

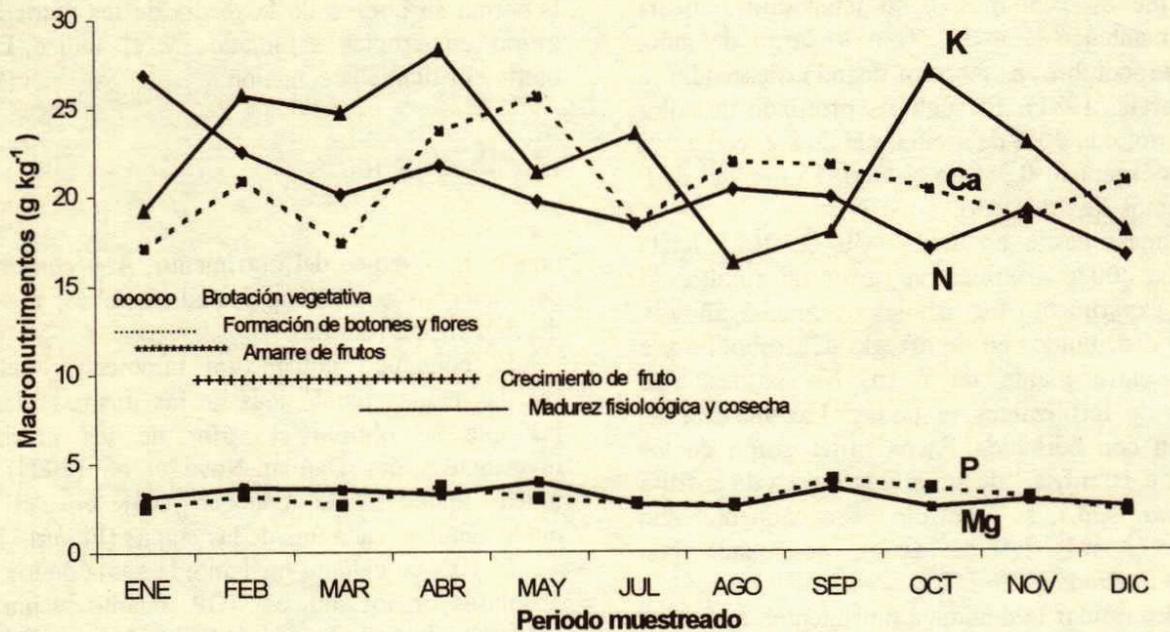


Figura 1. Dinámica nutricional en árboles de guayabo en Iguala, Guerrero. Las líneas parciales indican los eventos fenológicos de la cosecha principal, obtenidos por Damián-Nava *et al.* (2004).

Los más altos valores de N foliar coincidieron con la formación principal (invernal) de nuevos brotes vegetativos y mayor número de hojas nuevas, así como con el desarrollo de botones florales, flores y frutos jóvenes (“amarre”) encontrados en Iguala, Guerrero (en la misma huerta) por Damián-Nava *et al.* (2004).

Cuadro 1. Normas obtenidas para el cálculo de los índices DRIS en guayabo.

Expresión nutrientes	Norma media	CV <sup>†</sup> %	Expresión nutrientes	Norma media	CV %
N/Mn	0.0288	59.530	Mg/N	0.0891	50.165
N/Zn	0.0843	25.806	Mg/P	1.1415	62.698
P/N	0.0936	43.977	Mg/Ca	0.1773	24.503
K/N	0.6259	31.384	Mg/Fe	0.0013	35.516
K/P	7.1773	32.800	Mg/Mn	0.0024	63.668
K/Ca	1.3903	45.890	Mg/Zn	0.0072	39.397
K/Mg	8.0629	47.021	Fe/N	65.979	19.694
K/Fe	0.0098	36.330	Fe/P	845.68	50.889
K/Mn	0.0185	63.990	Mn/P	629.15	73.040
K/Zn	0.0507	31.193	Mn/Fe	0.7049	55.393
Ca/N	0.5099	38.855	Zn/P	158.08	53.104
Ca/P	6.9221	70.147	Zn/Ca	27.025	38.608
Ca/Fe	0.0077	30.254	Zn/Fe	0.1918	19.410
Ca/Mn	0.0137	59.601	Zn/Mn	0.3632	60.473

Fuente: Avelar (1997). <sup>†</sup> CV = coeficiente de variación.

En contraste, el contenido de N disminuyó a medida que en la planta se observó menos formación de nuevas hojas e inició la maduración de los frutos. Aunque en la presente investigación no se hicieron estudios al respecto, Singh y Rajput (1978a) indicaron que el N es transportado hacia las hojas cuando éstas están en pleno crecimiento y, posteriormente, cuando las hojas están maduras, el N parece ser transportado hacia el fruto. Después de esta fructificación y maduración de la hoja, el contenido foliar de N fue poco variable, como también ha sido reportado por Kumar y Pandey (1979), quienes indicaron que el contenido nutricional en la hoja se estabiliza a cinco meses de edad.

El contenido foliar de P fue poco variable en el año; su mayor concentración ( $4 \text{ g kg}^{-1}$ ) ocurrió en septiembre y la menor ( $\leq 2.5 \text{ g kg}^{-1}$ ) de diciembre a enero (Figura 1). En comparación con los valores ( $2.9$  a  $3.2 \text{ g kg}^{-1}$ ), propuestos por Singh y Rajput (1978a), el contenido de P estuvo dentro de los intervalos normales o altos, en Iguala.

El K presentó dos picos de concentración alta ( $\geq 22.9 \text{ g kg}^{-1}$ ), en abril y en octubre (Figura 1). En esta investigación, el K varió de intervalo normal a intervalo alto a lo largo del año, según la concentración ( $12.5 \text{ g kg}^{-1}$ ), reportada por Guerra y Bautista (2002). Los valores normales coincidieron

con el inicio de la formación de nuevas hojas y brotes vegetativos en la misma huerta (Damián-Nava *et al.*, 2004) (Figura 1), y los valores altos cuando se desarrollaron los frutos (en abril) de la cosecha principal y en octubre.

La concentración más alta de Ca ( $25.6 \text{ g kg}^{-1}$ ) en las hojas se presentó en mayo y la más baja ( $17.1 \text{ g kg}^{-1}$ ) en enero (Figura 1). El contenido de Ca, comparado con lo que reportaron Guerra y Bautista (2002) ( $16.4 \text{ g kg}^{-1}$ ), varió de normal a alto, pero con los mayores valores en abril y mayo, período que corresponde con las hojas completamente maduras y cosecha de fruto (Damián-Nava *et al.*, 2004). La concentración de Mg tuvo poca variación durante el año, con el contenido más alto ( $3.9 \text{ g kg}^{-1}$ ) en mayo (Figura 1). De acuerdo con los valores ( $5.6 \text{ g kg}^{-1}$ ) propuestos por Singh y Rajput (1978a), en la India, y Guerra y Bautista (2002) en Lara, Venezuela, los valores de Mg siempre estuvieron en el intervalo bajo, en Iguala.

La concentración de Fe se aumentó de enero ( $160 \text{ mg kg}^{-1}$ ) a marzo, para después mantenerse más o menos constante ( $360$  a  $380 \text{ mg kg}^{-1}$ ) hasta diciembre (Figura 2). Aun en enero y febrero,

el contenido de Fe siempre estuvo en el intervalo alto, comparado con el valor ( $94.1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) de Borys y Alcalde (1987).

El contenido de Mn en las hojas fue bajo de noviembre a diciembre ( $60$  a  $80 \text{ mg kg}^{-1}$ ), en abril se incrementó y en adelante tendió a mantenerse constante ( $110 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Figura 2). El Mn, de acuerdo con lo propuesto por Guerra y Bautista (2002) ( $88.8 \text{ mg kg}^{-1}$ ), estuvo en el intervalo normal de abril a octubre, y bajo de noviembre a diciembre. El Zn estuvo normal de abril a noviembre y de diciembre a febrero (Figura 2), pero de enero a marzo su contenido fue bajo de acuerdo con lo propuesto ( $31.3 \text{ mg kg}^{-1}$ ) por Borys y Alcalde (1987) y Guerra y Bautista (2002).

El B y el Cu tuvieron pocas variaciones en el año (la mayor de  $32.8 \text{ mg kg}^{-1}$  en agosto y la menor de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  en enero para B y  $14.7 \text{ mg kg}^{-1}$  en septiembre y  $8.3 \text{ mg kg}^{-1}$  en enero para Cu) y fueron los de menor concentración entre los nutrientes medidos (Figura 2). El contenido de Cu se ubicó dentro del intervalo normal al compararlo con lo sugerido ( $11.1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) por Guerra y Bautista (2002), y no se encontró referencia para ubicar al B.

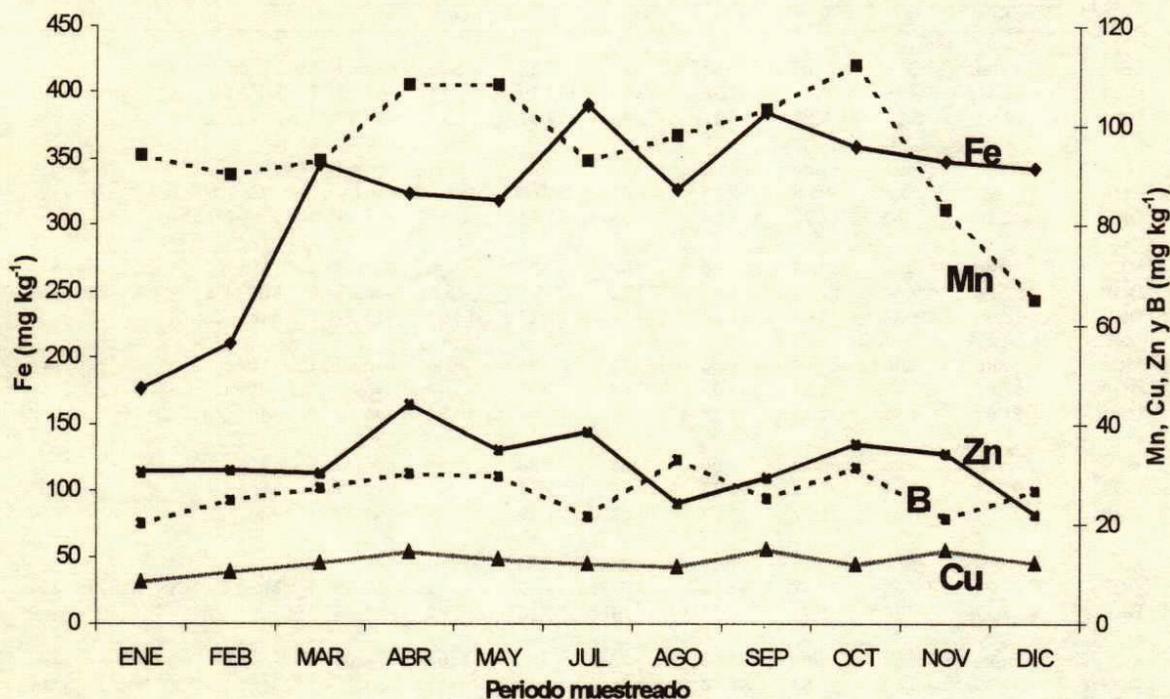


Figura 2. Dinámica nutricional en árboles de guayabo en Iguala, Guerrero.

## Diagnóstico Nutricional

Los resultados de los tres métodos de diagnóstico del estado nutricional de guayabos de 3.5 años de edad en Iguala, Guerrero, se encuentran en el Cuadro 2, agrupados de acuerdo con el rendimiento de cada árbol.

Según el método convencional, todos los nutrientes están en el intervalo de normal a alto, excepto el Ca y Mn que son inferiores a lo normal. Con el DOP, todos los macronutrientes produjeron índices negativos y, en la mayoría de los intervalos de rendimiento considerados, dieron el orden de requerimiento nutricional (ORN):  $P > Mg > Ca > N > K$ . Todos los micronutrientes, con excepción del Fe, tuvieron signo negativo, lo cual indica deficiencia nutricional y su ORN fue  $Cu > B > Zn > Mn$ . También con el método DRIS, se encontró que, en la mayoría de los intervalos de rendimiento considerados, los índices DRIS para N, Mn y Zn fueron negativos y el ORN para los guayabos con rendimiento intermedio fue  $N > Mn > Zn$ ; mientras

que en las plantas de menor y mayor rendimiento, la mayoría del ORN fue  $Mn > N > Zn$ .

El IDN para el método convencional no existe debido a que éste analiza de manera individual a los nutrientes, sin considerar sus interacciones. Para el DOP, el IDN fue de 771.41 a 909.99 y considera deficientes a todos los nutrientes, con excepción del Fe, aun en el grupo de árboles de mayor rendimiento. En cambio, el IDN del DRIS resultó de 77.88 a 98.69 y considera deficientes a tres nutrientes (N, Mn y Zn). De acuerdo con el IDN del DRIS, las deficiencias nutricionales de las hojas de guayabo son mínimas, congruentes con el aspecto normal de la planta y con la producción de fruto que puede ser hasta de  $16.7 \text{ t ha}^{-1}$ , mayor que la media regional (10 a  $12 \text{ t ha}^{-1}$ ) de las zonas productoras de Calvillo, Aguascalientes, y Apozol, Zacatecas (Avelar, 1997).

En las Figuras 3 y 4, construidas a partir de la relación entre el IDN y el rendimiento de cada grupo de árboles para los métodos DOP y DRIS, se observa que, para ambos métodos, la tendencia del IDN disminuye a medida que el rendimiento es mayor.

**Cuadro 2. Comparación de índices, ORN e IDN a través de métodos de diagnóstico (MC, DOP y DRIS) en la evaluación del estado nutricional de grupos de guayabo de 3.5 años, clasificados con base en el rendimiento por árbol en Iguala, Guerrero.**

Intervalo kg árbol <sup>-1</sup>	Método <sup>†</sup>	Índices								ORN <sup>‡</sup>	IDN <sup>§</sup>
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn		
< 35	MC	alto	alto	normal	normal	alto	alto	bajo	normal	Mn	
	DOP	-97.51	-99.65	-97.55	-97.98	-99.64	342.50	-13	-62.15	$P > Mg > Ca > K > N > Zn > Mn$	909.99
	DRIS	-22.04	5.24	0.88	2.21	2.53	14.57	-38.15	-14.57	$Mn > N > Zn$	98.69
36 a 40	MC	normal	alto	alto	normal	alto	alto	bajo	normal	Mn	
	DOP	-98	-96.6	-96.8	-98.15	-99.62	230.5	3.5	-61.6	$Mg > Ca > N > K > P > Zn$	787.76
	DRIS	-32.68	10	12.76	0.26	5.55	21.14	-8.44	-8.59	$N > Zn > Mn$	99.42
41 a 45	MC	alto	alto	normal	bajo	alto	alto	bajo	normal	$Ca = Mn$	
	DOP	-97.58	-99.64	-97.44	-98.11	-99.62	245.5	-18.5	-65.65	$P > Mg > Ca > N > K > Zn > Mn$	824.03
	DRIS	-18.67	8.34	4.63	1.85	7.51	24.27	-14.65	-13.29	$N > Mn > Zn$	93.22
46 a 50	MC	alto	alto	normal	bajo	alto	alto	bajo	normal	$Ca = Mn$	
	DOP	-97.61	-99.67	-98.87	-98.02	-99.68	305	-7	-69.7	$Mg > P > K > Ca > N > Zn$	864.54
	DRIS	-21.02	4.64	-2.65	3.21	-0.14	33.4	-10.77	-6.66	$N > Mn > Zn > K > Mg$	82.5
51 a 55	MC	normal	alto	normal	bajo	alto	alto	bajo	normal	$Ca = Mn$	
	DOP	-97.64	-99.64	-97.52	-98.33	-99.56	251.5	8.5	-56.9	$P > Mg > Ca > N > K > Zn$	809.54
	DRIS	-28.98	6.25	1.32	5.22	11.01	21.39	-7.48	-4.37	$N > Mn > Zn$	79.95
56 a 60	MC	normal	alto	normal	bajo	alto	alto	normal	normal	Ca	
	DOP	-97.74	-99.68	-97.48	-98.16	-99.62	185.5	-28.5	-59.75	$P > Mg > Ca > N > K > Zn > Mn$	769.41
	DRIS	-9.37	6.34	5.75	2.53	8.91	15.16	-17.02	-2.73	$Mn > N > Zn$	78.61
> 60	MC	alto	alto	alto	bajo	alto	alto	alto	normal	Ca	
	DOP	-97.37	-99.69	-97.54	-98.54	-99.56	194.5	-23	-61.55	$P > Mg > Ca > K > N > Zn > Mn$	771.41
	DRIS	-11.84	4.95	4.1	-6.91	14.18	15.71	-14.55	-5.64	$Mn > N > Ca > Zn$	77.88

<sup>†</sup> MC = método convencional; DOP = desviación del óptimo porcentual; DRIS = sistema integrado de diagnóstico y recomendación; <sup>‡</sup> ORN = orden de requerimiento nutricional; <sup>§</sup> IDN = índice de desbalance nutricional.

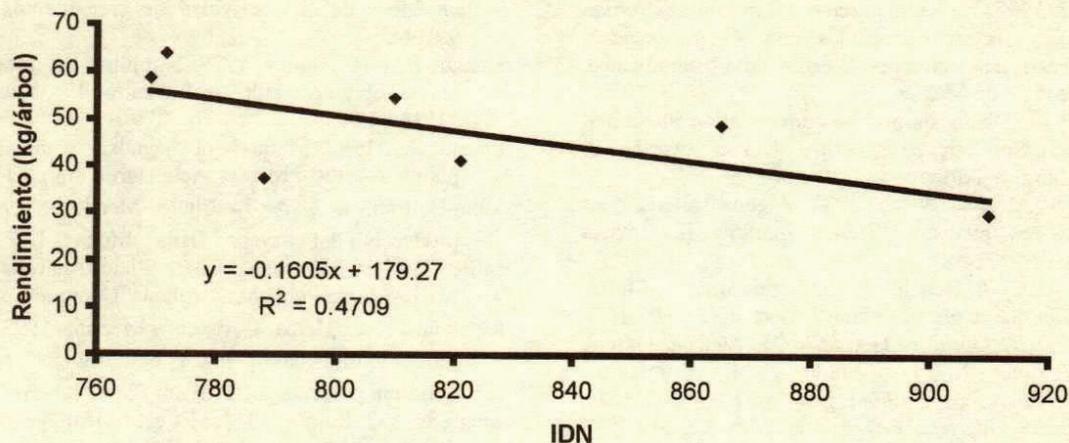


Figura 3. Relación entre el índice de desbalance nutricional del método DOP y el rendimiento del guayabo, en Iguala, Guerrero.

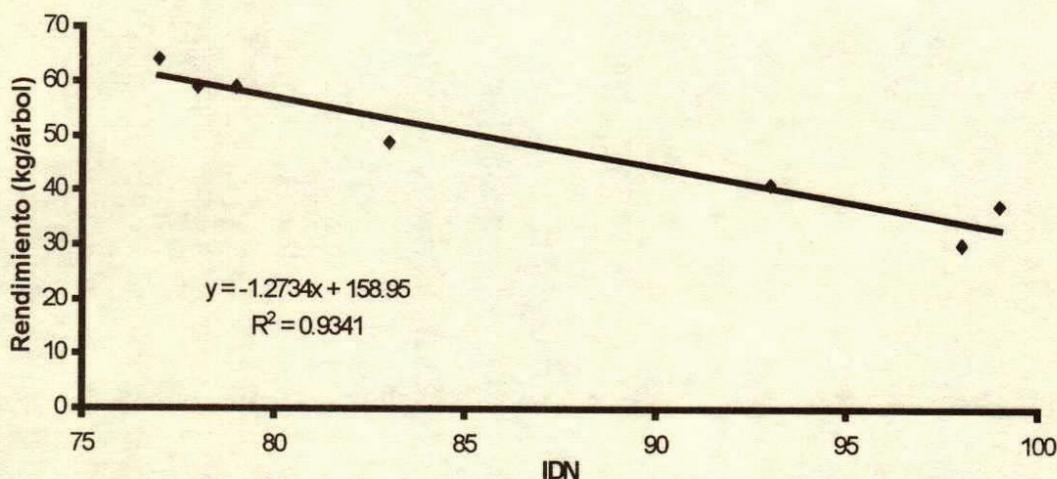


Figura 4. Relación entre el índice de desbalance nutricional del método DRIS y el rendimiento de guayabo, en Iguala, Guerrero.

Sin embargo, en el método DOP, la correlación del IDN y del rendimiento es bajo ( $R^2 = 0.4709$ ), sin embargo, en el DRIS esta correlación es alta ( $R^2 = 0.9341$ ). Por lo tanto, en esta investigación, DRIS fue el mejor método para diagnosticar los desbalances nutrimentales del guayabo debido a que correlacionó mejor con el rendimiento.

### CONCLUSIONES

- Las concentraciones de P, Mg, B, Cu y Zn tuvieron poca variación en las hojas de guayabo durante el año y las de N, K y Ca variaron ampliamente.
- El método de diagnóstico convencional (MC) consideró como deficientes a Ca y Mn; la desviación

del óptimo porcentual (DOP) consideró deficientes a todos los nutrimentos, excepto al Fe; y el DRIS marcó como deficientes al N, Mn y Zn.

- El sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS) fue el mejor método para diagnosticar nutrimentos del guayabo en Iguala, Guerrero, México, debido a que el IDN tuvo una correlación alta con el rendimiento

### LITERATURA CITADA

- Alcántar-González, G. y M. Sandoval-Villa. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, estado de México.

- Avelar-Mejía, J.J. 1997. El declinamiento del guayabo (*Psidium guajava* L.) y factores asociados con su presencia y severidad. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México.
- Beaufils, E.R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Soil Science Bulletin 1. University of Natal. Pietermaritzburg, S. Africa.
- Borys, M.W. y S. Alcalde-Blanco. 1987. Algunas alteraciones nutrimentales en guayabo *Psidium guajava* L. Revista Chapingo 56 y 57: 62-68.
- Chaudary, S., K. Ram y A. Rehalia. 1989. Standardization of foliar sampling technique in guava. Indian J. Hort. 46(2): 161-163.
- Damián-Nava, A., V.A. González-Hernández, P. Sánchez-García, C.B. Peña-Valdivia y M. Livera-Muñoz. 2004. Crecimiento y fenología del guayabo (*Psidium guajava* L.) cv. "Media China" en Iguala, Guerrero. Rev. Fitotec. Mex. 27: 349-358.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Guerra, E. y D. Bautista. 2002. Contenido foliar de elementos nutricionales en tres clones de guayaba (*Psidium guajava* L.) en época de alta actividad de crecimiento. Biagro 14(2): 99-144.
- Kumar, P. y R. Pandey. 1979. Sampling for mineral content in leaves of guava cultivar Lucknow 49. Acta Horticulturae 11: 163-174.
- Lucena, J.J. 1997. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plants. A critical review. Acta Horticulturae 448: 179-192.
- Mata-Beltrán, I. y A. Rodríguez-Mendoza. 1990. Cultivo y producción del guayabo. Trillas. México, D.F.
- Mills, H.A. y B.J. Jones. 1996. Plant Analysis Handbook II. Micro-Macro Publishing. Athens, Georgia.
- Montañés, L., L. Heras, J. Abadía y M. Sanz. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index. Deviation from optimum percentage (DOP). J. Plant Nutr. 16(7): 1289-1308.
- Singh, N. y C. Rajput. 1978a. Effect of leaf age and position and fruiting status on guava leaf mineral composition. J. Hort. Sci. 53: 73-74.
- Singh, N. y C. Rajput. 1978b. Leaf analysis as a guide to nitrogen nutrition of guava (*Psidium guajava* L.). Progressive Hort. 13: 27-39.