

FERTILIZACION DEL MANGO EN EL TROPICO

Luis Avilan *

Introducción

Para los países localizados en el trópico, los frutales constituyen uno de los renglones agrícolas con mayores posibilidades de éxito económico. Esto se debe a la amplia aceptación, creciente demanda y elevados precios de estos productos en los mercados internacionales. Sin embargo, el acceso a estos mercados se dificulta porque las características de los frutos no satisfacen las normas de calidad establecidas y porque los rendimientos por unidad de área son bajos. Entre los factores que motivan ésta situación se encuentran los bajos niveles de fertilidad de los suelos de la región y la carencia de adecuados planes de fertilización.

En Venezuela, la mayoría de las plantaciones frutícolas de tipo arbóreo como el mango (*Mangifera indica* L.) están localizadas en tierras marginales por su bajo costo. En estas áreas predominan suelos de los Ordenes Ultisol, Oxisol, Alfisol e Inseptisol, originados bajo procesos variables de meteorización, pero comunes en acidez, bajo contenido de materia orgánica y en general de elementos nutritivos (Sánchez, 1976; Baligar y Bennett, 1986). Por otra parte, la mayoría de los planes de fertilización empleados se basan en experiencias en condiciones subtropicales que no funcionan bien al ser utilizados en medio tropical.

La limitada investigación a nivel de campo en el cultivo del mango obliga a implementar planes de fertilización basados en el método de fertilización por restitución (Malavolta, 1967) como una alternativa para incrementar la producción, mejorar la calidad de los frutos y hacer uso racional de los fertilizantes. Para que la implementación de este plan de fertilización sea efectiva es necesario ajustar el manejo de la nutrición al ciclo de vida productiva de la planta y utilizar el análisis de suelo como herramienta de soporte.

Ciclo de vida productiva del mango

En condiciones tropicales, el desconocimiento del comportamiento de las plantas a través de su vida útil ha conducido a que los planes o sugerencias de fertilización, basados en la edad de las plantas en condiciones subtropicales, recomienden niveles de nutrientes superiores a las necesarias en el trópico, particularmente en lo referente al nitrógeno (N).

Las condiciones climáticas imperantes en el trópico permiten un rápido crecimiento, el cual solamente se detiene por la carencia de humedad en el suelo, mientras que en el subtropico, las variaciones térmicas estacionales son las que restringen el crecimiento en determinados periodos del año (Praloran, 1977). Por ejemplo, los cítricos en el trópico alcanzan, con la mitad de la edad, dimensiones similares a los de las regiones subtropicales (Bain, 1952; Mendel, 1969). De allí, mientras que una planta de 25 años de edad en el subtropico está en plena madurez fisiológica y generando sus mayores niveles de producción de frutos

Tabla 1. Parámetros medidos para determinar el índice de fructificación en mango (*Mangifera indica* L) cv Haden injertado sobre criollo (Avilan, 1980, 1988).

Edad años	Altura de la planta m	Radio inferior m ²	Superficie lateral	Número de frutos	Índice de fructificación
2	2.1	0.8	5.5	10	1.8
4	3.9	1.5	20.3	140	6.8
6	5.0	2.0	33.8	200	5.9
8	6.6	2.6	59.8	460	7.6
10	8.3	3.3	93.0	970	10.4
12	9.1	3.9	122.0	820	6.7
14	11.6	4.7	183.3	610	3.3
16	13.3	5.3	240.1	1340	5.5
18	9.9	5.0	168.8	820	4.8
20	11.0	5.5	208.0	1210	5.8
22	12.1	6.1	252.0	790	3.1
24	13.2	6.6	299.6	890	2.9
26	14.3	7.2	351.9	760	2.1
28	13.2	6.6	299.6	890	2.9

* Superficie lateral: área externa de la planta asemejando la figura geométrica de un cono truncado [$SL = 3,1416 (R-r) \sqrt{(R-r)^2 + h^2}$]; donde: altura "h" y radio superior "r" del cono truncado son el 66% y 56% de la altura total. "R" es el radio inferior del árbol.

** Índice de Fructificación: número de frutos por cada metro cuadrado de superficie lateral [(Número de frutos/Superficie lateral (m²))].

(Savage, 1956), en el trópico la planta a esa misma edad tiene escaso desarrollo vegetativo y productivo, signos que indican el inicio de la senescencia (Avilan, 1988).

Las especies arbóreas son de longevidad variable. Analizando la vida del árbol se puede comparar la producción de frutos y el desarrollo vegetativo para determinar el "Índice de fructificación" (Avilan, 1980, 1988) que se obtiene dividiendo el número de frutos para el área foliar. Este índice refleja la eficiencia productiva y permite establecer períodos, si bien no totalmente diferenciados lo suficientemente separados para conformar el ciclo de vida productivo de la planta (Gil-Albert, 1979). Conociendo estos períodos se puede hacer una estimación aproximada de las necesidades de nutrientes en cada uno de ellos. No es posible hacer una estimación exacta debido a limitaciones relacionadas con las características del sistema radical, que le permite a cada planta explorar un volumen variable de suelo, la inmovilización de elementos para formar sus tejidos y la acumulación de reservas que luego son utilizadas en parte para suplir las necesidades anuales (Monin, 1986; Godefroy et al., 1985).

En la región centro-norte de Venezuela (entre 10° y 11° de latitud norte), caracterizada como bosque seco tropical (Ewel y Madriz, 1968), con una precipitación promedio entre 650 y 1000 mm anuales, temperatura media anual de 25 °C, y una elevación entre los 450 y 500 msnm se establecieron los diferentes períodos que conforman el ciclo de vida productivo del mango (Avilan, 1980, 1988). Este estudio se basó en observaciones de campo realizadas en huertos comerciales del cultivar Haden injertado sobre criollo. Las muestras estaban conformadas por 60 a 80 árboles representativos de cada una de las diferentes edades consideradas en el estudio. Las edades de los árboles y los parámetros determinados se presentan en la Tabla 1. Los períodos establecidos se presentan en la Figura 1 y una descripción de cada uno de ellos se presenta a continuación.

Período de crecimiento: Se caracteriza por un acentuado incremento del área foliar o follaje y el inicio e incremento paulatino del número de frutos. El índice de fructificación o número de frutos por metro cuadrado de superficie lateral de la copa es inicialmente bajo y tiende a mejorar con la edad de las plantas. Este período se extiende desde los 2 hasta los 8 años de edad.

Período de plena producción: Corresponde a la etapa donde existe una estrecha relación entre el

incremento del volumen o follaje de la copa y el número de frutos producidos. Durante este período se alcanzan los mayores índices de fructificación. Se inicia alrededor de los 9 años y se prolonga hasta los 14.

Período de producción: Está caracterizado por un discreto aumento del follaje y una tendencia a

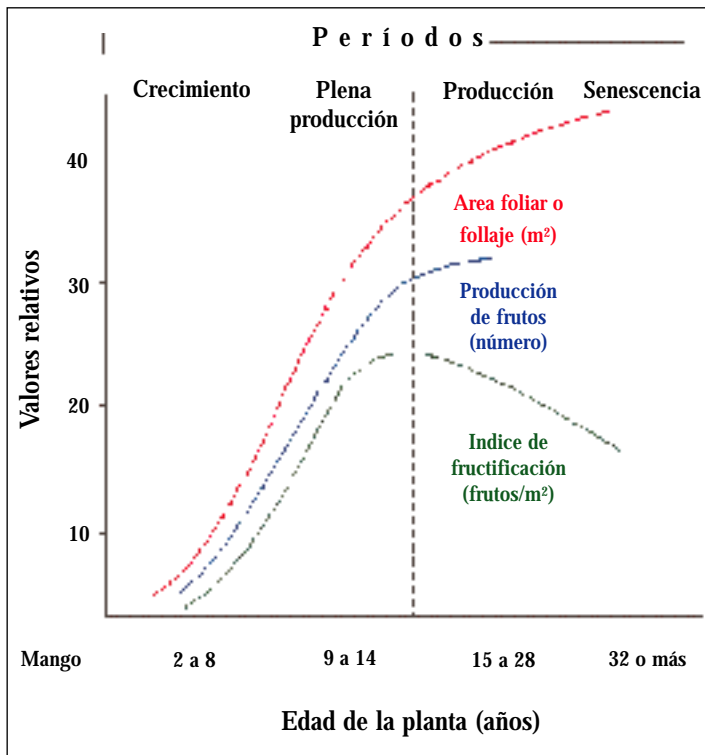


Figura 1. Ciclo de vida productivo del mango (Avilan, 1988).

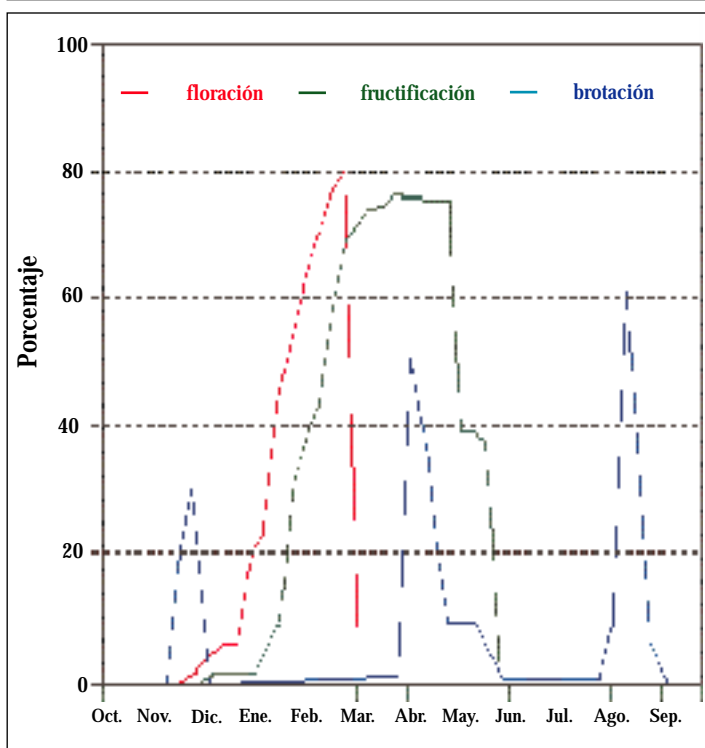


Figura 2. Comportamiento fenológico del mango variedad Haden (Cumare y Avilan, 1994).

mantener los niveles de producción de frutos alcanzados durante el período anterior, o a incrementarlos muy poco. Sin embargo, el índice de fructificación va disminuyendo paulatinamente con el pasar de los años. Es decir, decrece progresivamente la eficiencia productiva de la planta ya que los aumentos en área foliar no corresponden con los incrementos en la producción de frutos. Este período ocurre de los 15 a los 28 o más años de edad. La duración de este período está muy asociada con las condiciones edafoclimáticas del sitio donde está localizado el huerto y al manejo dispensado en los períodos que le precedieron.

Período de senescencia: Es el comienzo de la etapa final y ésta caracterizado por un escaso aumento del follaje y la disminución muy acentuada de los rendimientos. Los valores del índice de fructificación son bajos. Esta etapa se presenta después de los 30 o más años de edad de la planta.

Características de la planta

En general, el desarrollo vegetativo anual de los frutales de tipo arbóreo es discontinuo presentando altibajos a lo largo del ciclo. Por esta razón se producen varias brotaciones o flujos de crecimiento de variable intensidad, que se alternan con períodos de reposo, aun cuando ocurre una pequeña actividad continua durante el año que se atenúa al acentuarse la sequía (Bautista et al., 1991). Los períodos de máxima absorción de nutrientes suelen coincidir con las fases de intenso desarrollo vegetativo, lo que permite determinar las épocas de aplicación de fertilizantes. Los estudios fenológicos determinados en mango, cultivar Haden, indican que durante el ciclo de producción anual se producen tres flujos vegetativos de gran intensidad. El primero ocurre después de la cosecha, el segundo antes de la época de floración y el tercero a finales de la época de fructificación (Cumare y Avilan, 1994). En Venezuela, estas épocas ocurren en los meses de agosto-septiembre, noviembre-diciembre y abril-mayo, repectivamente (Figura 2).

Absorción de nutrientes por el mango

Las determinaciones del contenido de elementos en los frutos de mango indican que en ellos se encuentra una elevada proporción de los nutrientes presentes en la planta (Hiroce et al., 1977; Avilan, 1983). Se estima que los nutrientes en el fruto son un tercio o más de las necesidades totales de la planta (Nadir, 1972). En la Tabla 2 se presenta la extracción de elementos por tonelada de frutos en tres cultivares de mango, que no difieren de las cantidades reportadas por otros investigadores (Hiroce et al., 1977). El N y el potasio (K) son los nutrientes de mayor extracción por los frutos de mango.

Criterios para la formulación del plan de fertilización

En la formulación del plan de fertilización para el mango se toman en consideración los promedios de extracción de N, fósforo (P) y K de una cosecha de frutos frescos. Una producción promedio de 16 toneladas/ha de frutos o una cosecha de 220 kg de frutos/planta, representan una extracción por hectárea de 23 kg de N, 3 kg de P y 25 kg de K (Avilan, 1983).

Partiendo de la premisa de que los frutos representan un tercio de las necesidades totales de nutrientes y que los rendimientos varían de acuerdo al ciclo de vida productivo, se establecen niveles de extracción para las diferentes edades de la planta. Los niveles se ajustan según los coeficientes de eficiencia de los nutrientes aplicados como fertilizantes: 70 % para el N, 20 % y 40 % para el P en suelos pesados y arenosos, respectivamente y 50 % para el K. A continuación se establecen dos niveles de aplicación: un mínimo que corresponde a dos tercios de las necesidades de la planta y otro máximo que corresponde al total. Esto permite ajustar la dosis de aplicación del N, en función al rendimiento actual del huerto en relación al rendimiento establecido como promedios para cada edad y que se presentan en la Tabla 1. Los niveles de aplicación de P y K deberán ser ajustados teniendo en cuenta los contenidos de estos elementos en el suelo, determinados a través del análisis. Cuando el contenido es alto se debe aplicar el nivel mínimo de la dosis sugerida, si es medio las dosis intermedia y si es bajo la dosis máxima.

Siguiendo estos criterios se estableció el plan de fertilización para el mango que se muestra en la Tabla 3. Se observa que las dosis de aplicación de los diferentes nutrientes se van incrementando paulatinamente con el aumento de la edad de la planta hasta alcanzar el máximo nivel a los 12 años. A partir de ésta edad las dosis se mantienen estables hasta llegar a los 18 años y posteriormente las dosis descienden.

En el plan propuesto, las dosis más altas de N varían entre 1300 y 1980 g por planta, las cuales son similares a los datos experimentales de campo obtenidos por Young y Koo (1974), Avilan (1983) y Sargent et al. (1995). Se considera al N como el elemento manipulador de la productividad del mango, pues el rango entre los niveles de deficiencia y exceso de este nutriente en las hojas (1,2 % - 1,5%) es muy estrecho (Cull, 1991). Por esta razón, aplicaciones de N superiores a las necesarias, junto con las altas temperaturas que caracterizan al trópico, inducen continuo crecimiento de la planta, generando un

excesivo desarrollo vegetativo del árbol en detrimento del proceso productivo (Whiley et al., 1991).

El mango tiene bajos requerimientos de P. Las dosis relativamente altas de éste elemento empleadas en el establecimiento de los huertos están relacionadas con el poder de fijación del suelo y el escaso sistema radical de la planta durante ésta etapa. Sin embargo, las cantidades de P removidas en la cosecha son bajas en comparación con otros nutrientes.

Tabla 2. Nutrientes removidos por una tonelada de frutos de mango (Hiroce et al., 1977).

Elementos		Haden	Extrema	Carlota
Nitrógeno	(g)	1221	1179	1446
Fósforo	(g)	216	166	182
Potasio	(g)	1818	1844	2269
Calcio	(g)	149	153	249
Magnesio	(g)	174	189	191
Azufre	(g)	174	173	131
Boro	(g)	0.9	0.8	-
Cloro	(g)	50	85	62
Cobre	(g)	1.5	0.9	1.5
Hierro	(g)	3.4	3.9	3.4
Manganeso	(g)	2.3	3.8	4.3
Molibdeno	(mg)	7.1	2.4	3.6
Cinc	(g)	1.3	1.5	1.5
Cobalto	(mg)	2.3	2.5	2.3
Aluminio	(g)	3.1	1.9	2.2
Sodio	(g)	48.8	33.5	21.9

En árboles mayores a 10 años se recomienda aplicar P cada cuatro años en pequeñas cantidades, debido a la acumulación de este elemento en el suelo. En suelos ácidos es aconsejable utilizar fuentes de lenta disolución, como la roca fosfatada finamente molida. Esto permite una liberación continua y persistente de P a largo plazo (Fassbender, 1975). En suelos de pH más alto se puede utilizar fuentes solubles como el fosfato diamónico.

En relación al K, en suelos calcáreos se recomienda la aplicación de un 25% o más de la dosis alta de K₂O, esto tiende a incrementar los rendimientos (Young y Saul, 1979).

Epoca de aplicación

La época de aplicación está asociada a las fases fenológicas del ciclo anual de producción. El crecimiento del mango ocurre en flujos, que se alternan con períodos de reposo. Cada rama terminal puede generar anualmente de uno a tres flujos de crecimiento. La presencia de estos depende en gran parte de las condiciones climáticas, cultivar, patrón empleado, edad del árbol y el volumen de la cosecha anterior. La diferenciación floral tiene lugar después de un período de reposo aparentemente obligatorio y prolongado de las yemas. En el trópico, en general, la floración es inducida por los períodos de sequía y el desarrollo vegetativo o

Tabla 3. Recomendaciones de fertilización para el mango considerando la edad de la planta y el nivel de producción.

Edad	Rendimiento	Nitrógeno	Fósforo**	Potasio**	Relación
Años	kg/planta	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-P-K
		a - b*	a - b	a - b	
		----- g/planta -----			
2	4	20 - 25	10 - 12	25 - 30	1 - 0.5 - 1.2
4	56	230 - 250	115 - 175	225 - 420	1 - 0.5 - 1.2
6	80	330 - 500	165 - 250	395 - 600	1 - 0.5 - 1.2
8	160	660 - 995	330 - 490	790 - 1195	1 - 0.5 - 1.2
10	220	908 - 1360	450 - 680	1090 - 1630	1 - 0.5 - 1.2
12	300	1322 - 1980	660 - 990	1580 - 2370	1 - 0.5 - 1.2
14	320	1322 - 1980	660 - 990	1580 - 2370	1 - 0.5 - 1.2
16	320	1322 - 1980	660 - 990	1580 - 2370	1 - 0.5 - 1.2
18	320	1322 - 1980	660 - 990	1580 - 2370	1 - 0.5 - 1.2
20	220	908 - 1360	450 - 680	1090 - 1630	1 - 0.5 - 1.2
22	220	908 - 1360	450 - 680	1090 - 1630	1 - 0.5 - 1.2
24	220	908 - 1360	450 - 680	1090 - 1630	1 - 0.5 - 1.2
26	160	660 - 995	330 - 490	790 - 1195	1 - 0.5 - 1.2
28	160	660 - 995	330 - 490	790 - 1195	1 - 0.5 - 1.2

* a = nivel mínimo; b = nivel máximo.

** Niveles de aplicación de P₂O₅ y K₂O de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. Si el contenido es alto se debe aplicar el nivel mínimo de las dosis sugeridas, si es medio un nivel intermedio y si es bajo se debe aplicar el máximo de la dosis sugerida.

la producción de nuevas ramas y hojas durante la época lluviosa.

El monitoreo de la variación de los niveles de nutrientes en las hojas, a través de un ciclo de producción en mango, indican que los valores máximos de N, P y K se presentan antes del inicio de la floración y los niveles más bajos durante las etapas de plena floración y formación de frutos (Avilan, 1971). Por ello, la aplicación de los fertilizantes en plantas jóvenes se debe realizar a la salida de la cosecha y después de la época de floración.

Estudios conducidos para determinar el efecto del fraccionamiento del N en árboles maduros de mango han demostrado que el fraccionamiento no tiene efecto particular en el vigor del árbol, en la producción o en la calidad del fruto (Avilan y Figueroa, 1977; Azzouz, 1970). Basándose en estos resultados, se recomienda en general una sola aplicación de N al año después de la cosecha. Sin embargo, en suelos con escasa profundidad efectiva, se aconseja fraccionar el N para evitar daños a las raíces por concentración de sales.

Localización del fertilizante

Los estudios del sistema radical del mango en condiciones tropicales indican, en términos generales, que con excepción de aquellos suelos que presentan limitaciones o impedimentos físico-químicos a la penetración de las raíces, que la mayor concentración de raíces activas (inferiores de 1 mm de diámetro) se sitúan lateralmente a 1.5 m del tallo en los suelos de textura gruesa a media y en los de textura fina a 2.5 m. En sentido vertical alcanzan más de 1.2 m de profundidad (Avilan y Meneses, 1979).

Debido a su baja movilidad, el P y K deben localizarse en las áreas de mayor concentración de raíces, con el objeto de asegurar una eficiente utilización de los fertilizantes aplicados. Por esta razón, la aplicación debe hacerse en la zona ubicada entre el nivel de la proyección de la copa y la parte media de la misma, simplemente dejándolo sobre el suelo o incorporándolo. Con el N, por ser más móvil, puede haber más flexibilidad para la localización aun cuando es aconsejable localizarlo también en la zona de mayor actividad de raíces.

Fertilización balanceada

Es importante también considerar el efecto de otros nutrientes en el rendimiento y la calidad del mango. Muchas áreas productoras de mango a menudo presentan deficiencias de azufre (S) y magnesio (Mg) que necesitan ser corregidas. Dosis de 40 kg/ha de S y

30 kg/ha de MgO solucionan el problema en caso de no existir análisis de suelos o experiencias previas. El análisis de suelos es siempre la mejor forma de diagnosticar estos problemas, particularmente los de Mg. Si el suelo tiene bajo contenido de materia orgánica es casi segura una buena respuesta a la aplicación de S. Las aplicaciones de micronutrientes no se deben descuidar, especialmente en suelos de pH alto.

Bibliografía

- Avilan, L. 1988. El ciclo de vida productivo de los frutales de tipo arbóreo en medio tropical y sus consecuencias agroeconómicas. *Fruits* (9):517-529.
- Avilan, L. 1980. El índice de fructificación en frutales perennes. *Agronomía Tropical* 30(1-6):147-157.
- Avilan, L. 1983. La fertilización del mango (*Mangifera indica* L.) en Venezuela. *Fruits* 38(3):183-188.
- Avilan, L., y L. Meneses. 1979. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución de las raíces del mango (*Mangifera indica* L.) Turrialba 29(2): 117-122.
- Avilan, L., y M. Figueroa. 1977. Época de fertilización nitrógenada en mango cultivado en suelos de la serie Maracay (Fluventic Haplustoll), Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical* 27(5):491-501.
- Avilan, L. 1971. Variación de los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en las hojas del mango (*Mangifera indica* L.) través de un ciclo de producción. *Agronomía Tropical* 21(1):3-10.
- Azzouz, S. 1970. The effect of time and frequency of fertilizer application on mango. *Agricultural Research Review* (U.A.R), 48: 60-69.
- Bain, F. 1949. Los cítricos y el clima. Caracas. Dirección de Agricultura Ministerio de Agricultura y Cria.
- Baligar, V and O. Bennett. 1986. Outlook on fertilizer use efficiency in the tropics. *Fertilizer Research* 10:83-96.
- Bautista, D; E. Rojas y L. Avilan. 1991. Caracterización fenológica de las ramas del naranjo Valencia desde la brotación hasta reposo. *Fruits* 4: 265-269.
- Cull, B. 1991. Mango crop management. *Acta Horticulturae* 291: 154-173.
- Cumare, J y L. Avilan. 1994. Descripción y caracterización de nueve variedades de mango a ser usados como patrones. III Estudio fenológico. *Agronomía Tropical* 44(3):417-439.
- Ewel, J., y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Memorias explicativa sobre el mapa ecológico. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cria. Editorial Sucre.
- Fassbender, H. 1975. Química de suelos. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. San José. Costa Rica.
- Gil-Albert, F. 1980. Tratado de arboricultura frutal, Madrid, Mundi-Prensa.
- Godefroy, J; J. Marchal, and R. Naville. 1985. Fertilisation des cultures fruitières en Afrique intertropicale. *Fruits* 40(5):327- 344.
- Hiroce, R., O. Carvalho, O. Bataglia, P. Furlani, E. Dos Santos e J. Gallo. 1977. Composição mineral de frutas tropicais na colheita. *Bragantia*, 36:155-164.
- Malavolta, E. 1976. Manual de química agrícola, Nutrição de

-
-
- plantas e fertilidade do solo. Sao Paulo, Editora Agronômica Ceres.
- Mendel, K. 1969. The influence of temperature and light on the vegetative development of citrus trees. Proceedings International Citrus Symposium. University of California, Riverside V1:259-265.
- Monin, A. 1986. La fertilisation appliquée aux cultures fruitières. Annales de Gembloux 92:269-274.
- Nadir, M. 1972. Matières fraîches, matières sèches et teneurs des éléments minéraux dans les différents organes et parties des citrons en production. Al-Awamia 43:17-30.
- Praloran, J. 1977. Los agrios, Barcelona, Editorial Blume.
- Sánchez, P. 1976. Properties and management of soils in the tropics, New York, John Wiley and Sons.
- Savage, Z. 1956. Relationships of yield to age of tree and tree for acre. The Citrus Industry 37(6):6,18,19.
- Sergent, E., E. Casanova y F. Leal. 1995. Aplicación de nitrógeno y potasio en mango (*Mangifera indica* L.). *Agronomía Tropical* 45(2) 293-312
- Whiley, A., T. Rasmussen, B. Wolstenholme, J. Saranah, and B. Cull. 1991. Interpretation of growth response of some mango cultivars grown under controlled temperatures. *Acta Horticulturae* 291:22-31.
- Young, T., and R. Koo. 1974. Increasing yield of 'Parvin' and 'Kent' mangos on Lakewood sandy by increased nitrogen and potassium fertilization. *Proceedings Florida State Horticultural Society* 87: 380-384.
- Young, T., and J. Sauls. 1979. The mango industry in Florida. Gainesville. University of Florida. 69p