

FERTILIZACION NITROGENADA EN EL CULTIVO DE MANGO VAR. TOMMY ATKINS, EN GUANACASTE, COSTA RICA^{1/*}

Edgar V. Vega^{2/**}, Eloy Molina^{3***}

RESUMEN

En Carrillo, Guanacaste, se llevó a cabo un experimento de fertilización nitrogenada en el cultivo de mango (var. Tommy Atkins). Se evaluaron 5 dosis: 0, 20, 40, 60 y 80 kg de N/ha/año, aplicadas en forma fraccionada junto con una fertilización base de potasio (30 kg de K₂O/ha) y P (30 kg P₂O₅/ha). Se evaluaron 3 períodos de cosecha: 1995, 1996 y 1997. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, donde la parcela grande la constituyó las dosis de N y la parcela pequeña los años de cosecha (1995, 1996 y 1997). Se determinó el peso fresco de frutos comerciales y no comerciales en cada ciclo de cosecha y se analizó el contenido de nutrimentos en el suelo y la planta. El análisis de variancia de la variable rendimiento indicó una tendencia significativa para los tratamientos (P≤0.05) y altamente significativa (P≤0.01) para las diferentes cosechas en el rendimiento comercial y total. En el primer año de cosecha el mejor rendimiento comercial se obtuvo con 80 kg N/ha, con un peso de 2197 kg/ha de frutos; en las siguientes 2 cosechas, la dosis de 60 kg N/ha mostró los mejores rendimientos, con 3087 kg/ha (1996) y 3965 kg/ha (1997) de frutos, respectivamente. El análisis de regresión de los 3 años de evaluación determinó (r=0.74) que una dosis de 66 kg N/ha produciría el mejor rendimiento comercial de frutos de mango.

ABSTRACT

Nitrogen fertilization in mango, var. Tommy Atkins, at Guanacaste, Costa Rica. At Carrillo, Guanacaste, a field experiment was conducted to determine the effect of nitrogen fertilization on the mango variety Tommy Atkins. Five rates of nitrogen: 0, 20, 40, 60 and 80 kg/ha/year were evaluated. A base fertilization of P and K were applied at rates of 30 kg/ha of P₂O₅ and K₂O respectively. Three harvest times (1995, 1996 and 1997) were evaluated. A split-plot design was used, where the whole plot was nitrogen rate and the subplot was harvest time. Fresh weight of commercial and non-commercial fruit in each harvest was determined. The analysis of variance of the yield parameter indicated a significant (P≤0.05) and highly significant (P≤0.01) response to harvest time in the commercial and total yield. In the first year, the best yield was obtained with 80 kg/ha of N, with a fresh weight of 2197 kg/ha of fruits. In the next harvests, the rates of 60 kg/ha of N produced yields of 3087 kg/ha in 1996 and 3965 kg/ha in 1997. A regression analysis of the three years indicated that a rate of 66 kg/ha of N (r=0.74) would be the best for commercial fruits yields.

1/ Recibido para publicación el 18 de junio de 1998.

2/ Autor para correspondencia.

* Proyecto VI-733-89-552, de la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

** Finca Experimental de Santa Cruz, Escuela de Fito-tecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

*** Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

INTRODUCCION

El mango es una de las frutas tropicales más importantes del mundo. Es preferida desde épocas remotas por presentar un atractivo color, aroma y un alto valor nutritivo, en plena madurez es rica en azúcares, proteínas y vitaminas A, C y D (Barahona 1984). Su origen se sitúa en el Trópico del Continente Asiático, el cual se extiende desde la India hasta Filipinas (Elizondo y Hernández 1983, Malo 1986, Barahona y Sancho 1991).

Este cultivo se adapta a regiones tropicales que presentan: alturas entre 0 y 300 msnm, un período seco definido de 4 a 6 meses, temperaturas promedio anuales entre 22-26°C y una precipitación en la época lluviosa (5-7 meses) de 1000 a 1500 mm, estas condiciones son necesarias para que la planta florezca y fructifique (Elizondo y Hernández 1983, Sáenz y Mora 1991).

Costa Rica posee características climáticas para el cultivo de mango, lo que en los últimos años incrementó el área de siembra con variedades de fruto rojo, por su aceptación en el mercado Europeo y Canadiense (Marín 1995).

En los últimos 10 años, el cultivo de mango en Costa Rica pasó de huerto familiar a plantación comercial sin que mediara paralelamente un esfuerzo significativo en la investigación de prácticas agronómicas para mejorar el rendimiento, donde la nutrición del cultivo es uno de los aspectos con mayor escasez de conocimiento.

El N y el K se encuentran en gran cantidad tanto en el fruto como en la semilla (Gontijo 1982). Se ha estimado que la extracción de ambos elementos es del orden de 5.1 y 6.5 kg/t de frutos frescos, respectivamente (Avilán et al. 1980).

El N es quizás uno de los elementos más necesarios en el crecimiento y productividad del mango, su deficiencia se presenta como una clorosis en las hojas más viejas. En casos extremos los síntomas se presentan también en las hojas más jóvenes (Gontijo 1982). La deficiencia de N puede acentuar la tendencia hacia la producción bianual, como resultado de la competencia que se establece entre el crecimiento y la fructificación (Geus 1973).

Estudios en la India mostraron que la aplicación de N aumentó el crecimiento vegetativo,

el número de inflorescencias y mantuvo una producción anual más regular en los árboles en plena producción (Chandler 1962, Gontijo 1982). Por tal motivo, la respuesta a la aplicación de N se refleja en el rendimiento.

Young y Miner (1960) encontraron que al incrementar 10 veces la dosis de N se triplicó la producción de frutos y aumentó el contenido foliar del nutrimento a 1.45%.

En Florida se recomienda aplicaciones de 1.4 a 1.8 kg de N/árbol en producción (Emblenton y Jones 1967). En Venezuela, Avilán (1974) encontró que la aplicación de 80 kg N/ha incrementó en un 40% el rendimiento de mango, en comparación con el tratamiento testigo sin N.

Considerando la importancia del N en el rendimiento y calidad del mango, y aunado a la escasa información nutricional sobre el cultivo en nuestro país, se presentó el objetivo de este trabajo el cual fue la evaluación de dosis crecientes de N para determinar su efecto sobre el rendimiento en una plantación comercial de mango var. Tommy Atkins, en Carrillo, Guanacaste.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en Carrillo, Guanacaste, a una altura de 34 msnm, con un clima clasificado como Tropical Seco, con 6 meses secos durante la época de verano (Holdridge 1979). Los aspectos climáticos que predominaron durante la ejecución del experimento se presentan en el Cuadro 1. El suelo utilizado se identificó dentro del orden molisol y en el subgrupo Haplustoil (Mata 1991).

Se utilizó 1.5 ha de mango var. Tommy Atkins, de 8 años de edad, con una distancia entre árboles de 12m x 12m para un total de 100 árboles en evaluación.

Se aplicó una fertilización base de P de 30 kg de P_2O_5 /ha/año, utilizando como fuente triple superfosfato (46% de P_2O_5) y también se usó 30 kg de K_2O /ha/año, con cloruro de potasio (60% de K_2O) (Cuadro 2).

Las prácticas culturales y el manejo de plagas y enfermedades se hicieron de acuerdo al patrón establecido para toda la plantación comercial.

Cuadro 1. Condiciones climáticas que imperaron durante el período en que se llevó a cabo el experimento, Carrillo, Guanacaste (1994-1997).

Meses	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación
	media (°C) mensual 94	(mm) 94	media (°C) mensual 95	(mm) 95	media (°C) mensual 96	(mm) 96	media (°C) mensual 97	(mm) 97
Enero	—	—	29.2	0.0	29.5	0.40	30.0	0.0
Febrero	—	—	29.2	0.0	29.3	0.10	30.1	0.0
Marzo	—	—	29.5	43.9	28.7	2.20	29.8	5.2
Abril	—	—	29.8	120.1	28.8	27.5	29.2	10.5
Mayo	29.3	355.9	27.2	192.5	28.0	438.5	29.0	55.7
Junio	29.2	62.5	27.3	313.2	27.5	350.6	—	—
Julio	29.2	154.4	27.3	224.3	27.9	214.4	—	—
Agosto	28.0	255.1	27.5	505.9	27.7	261.4	—	—
Setiembre	27.9	150.8	26.7	307.2	26.3	365.4	—	—
Octubre	27.2	191.9	26.7	850.2	26.0	582.8	—	—
Noviembre	26.9	126.7	27.1	73.2	27.4	231.9	—	—
Diciembre	27.5	0.0	27.1	0.0	28.5	1.70	—	—
Total	—	1.297.3	—	2.630.5	—	2.449.4	—	71.4
Promedio	28.2	—	27.9	—	27.9	—	29.6	—

Cuadro 2. Dosis de fertilizantes aplicadas al experimento de N en mango, por cada año de evaluación, Carrillo, Guanacaste (1994-1996).

Dosis de N (kg/ha)	Dosis de NH ₄ NO ₃ kg/ha/año	Dosis de NH ₄ NO ₃ g/árbol /año	Fertilización base g/árbol /año	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0.0	0.0	931.7	714.3
20	59.7	852.9	931.7	714.3
40	119.4	1705.7	931.7	714.3
60	179.1	2558.6	931.7	714.3
80	238.8	3411.4	931.7	714.3

Se hizo un muestreo de hojas en los árboles de la parcela útil de cada tratamiento en la época de floración (2 meses después de la última fertilización), para esto se aplicó la metodología descrita por Bertsch (1995) y posteriormente se determinó el contenido de nutrientes, empleando la metodología de Briceño y Pacheco (1984).

Se evaluaron 4 dosis crecientes de N y un testigo: 0, 20, 40, 60 y 80 kg/h/año, utilizando como fuente nitrato de amonio (NO₃NH₄, 33.5% N). La aplicación del fertilizante fue fraccionada en 3 aplicaciones al inicio de los meses de mayo, julio y setiembre, de los años 1994, 1995 y 1996.

Cada tratamiento constó de 5 árboles de mango en línea, donde los 3 árboles centrales conformaron la parcela útil, para un total de 12 árboles por tratamiento.

Las variables de rendimiento evaluadas a lo largo de 3 cosechas (abril-mayo de 1995, 1996 y 1997) fueron: frutos comerciales exportables (peso aproximado de 0.5 kg, maduros fisiológicamente, sin: verrugas, manchas ni daños por insectos o enfermedades del fruto) y frutos no exportables. La variable rendimiento total fue calculada por la suma de los frutos comerciales y no comerciales para cada uno de los árboles.

El experimento se diseñó en bloques completos al azar (BCA), con 4 repeticiones y un arreglo de parcelas divididas en el tiempo (cosechas anuales), en donde las dosis de N conformaron la parcela grande, y las cosechas la parcela pequeña. Con los resultados promedio de las 3 cosechas se hizo un análisis de regresión para determinar la curva de respuesta de mejor ajuste a la aplicación de N.

RESULTADOS Y DISCUSION

Contenido de nutrimentos en el suelo y la planta

El análisis de suelo de este experimento presentó un nivel alto de fertilidad (Cuadro 3) con un pH ligeramente ácido, y contenidos altos de Ca y Mg. El nivel de P fue moderado, y los micronutrimentos mostraron un ámbito de concentración adecuado. Generalmente, los suelos del orden molisol presentan características químicas y físicas excelentes para la producción agrícola (Mata 1991).

Los valores de estos nutrimentos (Cuadro 3) no fueron modificados en forma significativa luego de 3 años de investigación, con excepción del K que disminuyó desde un nivel medio al inicio del experimento, hasta un valor bajo al final del mismo. Clarke y Clarke (1987) mencionan que el árbol de mango absorbe mucho K, elemento importante para mantener altas producciones y mejorar el color y el sabor de la fruta.

El análisis foliar (Cuadro 4) mostró contenidos de los nutrimentos por encima del ám-

bito adecuado en la mayoría de los casos (Jones et al. 1991) con excepción del N y el Zn. El nivel bajo de N en el follaje está relacionado con la gran movilidad del elemento en la planta, en donde se transporta vía floema desde la fuente hacia los sumideros (Rosolem 1989). Este elemento es determinante en el número de yemas florales (Gontijo 1982, Avilán 1983), en este experimento, un 1% (promedio) de N encontrado en las muestras foliares fue adecuado para un buen desarrollo y producción de los árboles de mango, lo que concuerda con los estudios realizados por Pochner y colaboradores (1993). Contenidos de N en las hojas superiores a 1.35% provocaron crecimientos excesivos, un atraso e irregularidad en la floración y una menor producción (Young et al. 1962, Emblenton y Jones 1967, Clarke y Clarke 1987).

La fertilización con N elevó ligeramente el contenido de este elemento en la hoja, alcanzando el valor más alto con la dosis de 40 kg de N/ha. No se observó un efecto significativo de tratamiento con relación a la concentración de otros nutrimentos en las hojas. El aumento de N en la concentración foliar con respecto a dosis crecientes se debe probablemente a una mayor disponibilidad de este elemento en la solución del suelo y al efecto del fraccionamiento del sistema por lixiviación, evaporación o inmovilización, como también lo apuntan Avilán y Figueroa (1977) quienes encontraron un aumento paulatino en la concentración foliar de N como respuesta al fraccionamiento del fertilizante nitrogenado.

Cuadro 3. Características químicas del suelo (Haplustoll), sembrado de mango, var. Tommy Atkins, Carrillo, Guanacaste (1994-1997).

	pH	Ca	Mg	K	Acidez	CICE	P	Cu	Fe	Mn	Zn
		cmol(+)/L						mg/L			
Inicio	5.9	28.4	8.9	0.31	0.3	37.91	13.0	9.0	34.0	7.0	2.9
Final	5.9	29.7	9.5	0.16	0.3	39.62	10.7	8.7	52.0	6.7	2.5
Nivel Crítico 1	5.5	4.0	1.0	0.2	0.5	5.0	10.0	1.0	10.0	5.0	3.0

Fuente: Bertsch, F. 1995.

CICE = capacidad de intercambio de Cationes Efectiva

Cuadro 4. Contenidos foliares de macro y micronutrientos para el estado previo a la fructificación en el experimento de dosis crecientes de N en el cultivo de mango, Carrillo, Guanacaste* (1994-1996)

Dosis de N kg/ha	N %	P %	Ca %	Mg %	K %	Fe mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Mn mg/kg
0	0.97	0.13	2.97	0.32	0.58	104	12	18	149
20	0.97	0.12	3.21	0.34	0.48	100	13	18	157
40	1.06	0.12	3.03	0.31	0.67	98	14	18	187
60	0.99	0.11	3.23	0.30	0.47	124	13	18	195
80	1.03	0.11	3.10	0.28	0.48	103	11	18	231
Promedio	1.0	0.11	3.11	0.31	0.54	106	13	18	184
Ambito adecuado**	1-1.5	0.08-0.25	2-5	0.2-0.5	0.4-0.9	50-250	7-50	20-200	50-250

* Datos promedio de 4 repeticiones.

** Fuente: Jones et al. 1991.

Rendimiento de frutos

El resultado de las variables peso y número de frutos se incrementó como respuesta a la aplicación de N, lo que coincide con los informes de Gontijo (1982); además Pochner et al. (1993) indican que la fertilización con N fomenta el crecimiento vegetativo y el vigor de los árboles, lo que favorece el potencial productivo de la plantación.

El análisis de variancia determinó para un rendimiento comercial y total una tendencia significativa ($P \leq 0.05$) de los tratamientos y altamente significativa ($P \leq 0.01$) para los diferentes años de cosecha. El rendimiento comercial aumentó conforme avanzó el tiempo, años de cosecha (Figura 1).

En el primer año de cosecha, el tratamiento de 80 kg de N/ha produjo el rendimiento más alto de frutos comerciales (Cuadro 5). En las 2 cosechas siguientes (1996 y 1997) fue la dosis de 60 kg de N/ha la que presentó la mayor producción. Esta regularidad en la producción anual se relaciona probablemente con la aplicación de N, y concuerda con las observaciones de (Chandler 1962) quien menciona que este elemento favorece la producción anual regular en árboles en plena producción.

Mediante el análisis de regresión del promedio de rendimiento de las 3 cosechas, se encontró que los resultados de rendimiento comercial y rendimiento total se ajustaron a un modelo de regresión polinomial cúbica. Las ecuaciones

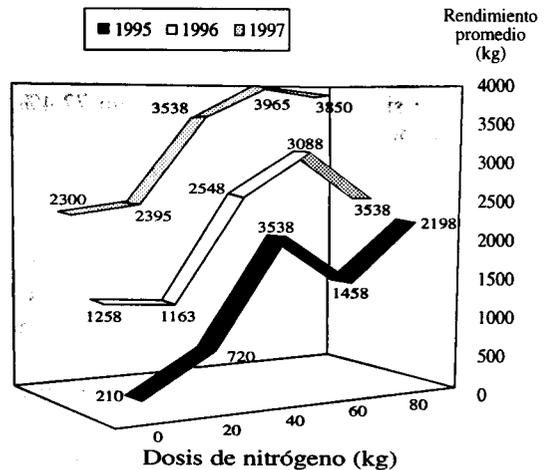


Fig. 1. Rendimiento comercial de mango para las diferentes dosis de nitrógeno, en los años 95-96-97, Carrillo, Guanacaste.

respectivas permitieron calcular que el rendimiento más alto de ambas variables se obtuvo con el uso de 66 kg de N/ha, de acuerdo con el punto de inflexión de la curva de respuesta (Figura 2).

Avilán (1974) determinó un aumento en el rendimiento de mango hasta de un 40% con la aplicación de una dosis de 80 kg N/ha, en comparación con el tratamiento sin N. Para el caso del presente estudio, el incremento promedio en producción comercial con la dosis de 60 kg N/ha fue de 1.665 kg/ha por encima del tratamiento

Cuadro 5. Rendimiento comercial, no comercial y total, para las diferentes dosis de N en el cultivo de mango cv. Tommy Atkins, Carrillo, Guanacaste* (1995-1997).

Dosis de N (kg/ha)	Rend. comercial (kg/ha)			Rend. no comercial (kg/ha)			Rendimiento total (kg/ha)		
	1995	1996	1997	1995	1996	1997	1995	1996	1997
0	210.0	1.257.0	2.300.0	154.0	624.8	1.505.0	364.0	1.882.3	3.805.0
DE	122.7	416.5	1.156.9	73.3	223.9	563.6	171.7	632.6	1.126.9
20	720.0	1.162.5	2395.0	157.9	400.2	1.192.5	877.9	1.562.7	3.587.5
DE	292.9	677.2	1.294.5	38.5	93.5	1.057.5	317.2	722.5	1.345.2
40	2.070.0	2.547.5	3.537.0	192.3	260.8	932.5	2.262.3	2.808.3	4.470.0
DE	1.123.0	598.6	1.946.2	89.2	150.6	283.2	1.177.0	551.9	1.714.6
60	1.457.5	3.087.5	3.965.0	163.0	373.0	1.222.5	1.620.5	3.460.5	5.187.5
DE	1.227.0	824.5	2.197.8	48.2	410.1	533.2	1.271.1	1.158.7	2.633.8
80	2.197.5	2.455.0	3.860.0	157.9	182.0	1.237.5	2.355.4	2.637.0	5.097.5
DE	680.3	963.4	341.9	82.8	127.0	791.0	656.2	1.015.8	805.1

* Datos promedio de 4 repeticiones.

DE: desviación estándar

testigo, esto significó un aumento de un 72.4% para la cosecha de 1997 (Cuadro 5).

La dosis de 66 kg de N/ha obtenida como mejor tratamiento de acuerdo a la curva de regresión polinomial cúbica de la Figura 2, equivale aproximadamente a 0.94 kg de N/árbol, con base en una densidad de siembra de 69 árboles/ha. Este nivel de N coincide con el ámbito encontrado por diversos autores, y que oscila entre 0.7 y 1.5 kg de N/árbol en plena producción (Emblenton y Jones 1967, Geus 1973, Avilán 1974).

La ausencia de N produjo el valor más alto de frutos no comerciales tanto en las cosechas individuales (Cuadro 5) como en el promedio de rendimiento (Figura 3), lo que muestra la importancia que tiene este elemento en la calidad de los frutos del mango. Estos son frutos enfermos, deformes, de poco peso y que no cumplen con las normas mínimas de calidad para exportación y se toman en cuenta en el rendimiento total, porque absorben N del sistema, variable que es importante al evaluar la absorción total de N, para los diferentes tratamientos empleados en este experimento. En los tratamientos de 20, 60 y 80 kg N/ha también se observó la presencia de frutos no comerciales, especialmente en las cosechas de 1996 y 1997.

Los tratamientos bajos en N y el testigo sin él presentaron producciones regulares, aunque de

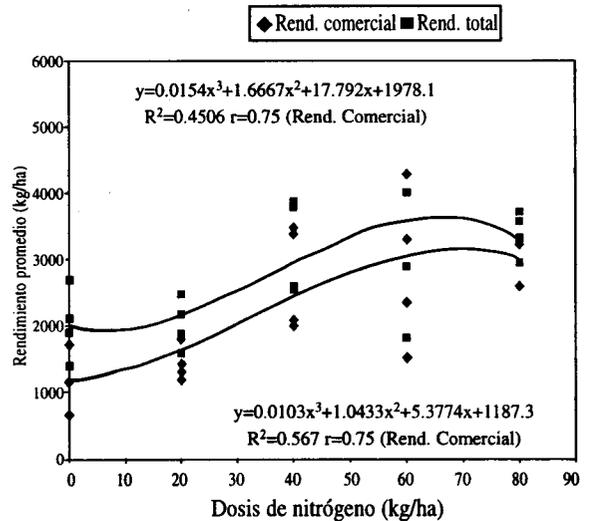


Fig. 2. Regresión cúbica del rendimiento comercial y total de mango var. Tommy Atkins, Carrillo, Guanacaste.

poco peso y calidad. Esta regularidad en el rendimiento se debe a que el mango tiene la capacidad de extraer nutrientes de estratos profundos en el perfil del suelo, debido al desarrollo y capacidad de absorción del sistema radicular, esto concuerda con estudios llevados a cabo por Avilán y Figueroa (1977), quienes no encontraron diferencias significativas entre fertilizaciones con N en

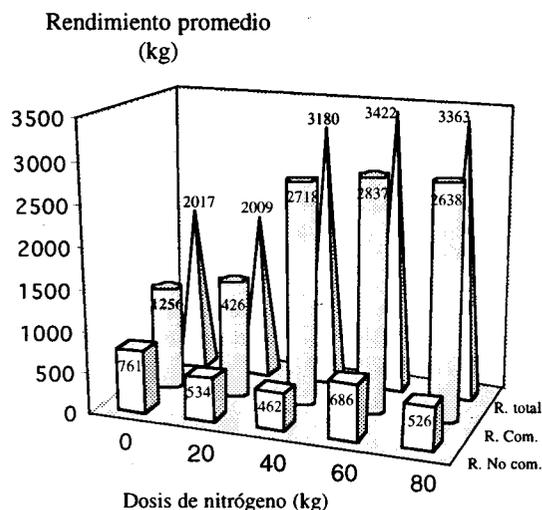


Fig. 3. Rendimiento del cultivo del mango var. Tommy Atkins, promedio de 3 cosechas y 4 repeticiones, Carrillo, Guanacaste.

diferentes épocas y atribuyeron los rendimientos del mango al reciclaje del N proveniente de capas profundas del suelo.

Los coeficientes de variación para las variables de rendimiento fueron altos. Estos resultados quizás se debieron a la baja población de árboles evaluados (12 por tratamiento), por limitaciones de área dado el espacio entre plantas que origina una población de apenas 69 árboles/ha. Además, debe considerarse el efecto de bianualidad en la producción que presenta este cultivo, y las irregularidades en la floración causadas por el efecto del fenómeno del Niño en la intensidad y distribución de las lluvias.

Para suelos de alta fertilidad como el utilizado en el presente estudio y en una zona climática con un período seco bien definido, una dosis de 66 kg de N/ha fraccionada en 3 aplicaciones durante la época lluviosa presentó el rendimiento comercial más alto.

Experimentos conducentes a la determinación del efecto de otras fuentes de N y su interacción con otros macronutrientes que podrían ser limitantes en estos suelos como el P, K y S, complementarían en gran medida el presente ensayo.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a los señores Jesús Salazar y Carlos Salazar, por su ayuda técnica, y por facilitar el espacio necesario en su finca para hacer el experimento.

LITERATURA CITADA

- AVILAN, L. 1974. Cuatro años de fertilización en mango (*Mangifera indica* L.), en suelos de la serie Maracay. *Agronomía Tropical* 24:97-106.
- AVILAN, L.; FIGUEROA, M. 1977. Época de fertilización nitrogenada en mango cultivado en suelos de la serie Maracay (Fluventic Haplustoll). Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical* 27:491-501.
- AVILAN, L.; LABOREM, G.; CHIRRINOS A. 1980. Extracción de nutrientes por una cosecha en algunos frutos de importancia económica en Venezuela. *Fruits (Francia)* 35:479-484.
- AVILAN, L. 1983. La fertilización del mango (*Mangifera indica* L.) en Venezuela. *Fruits (Francia)* 38:553-562.
- BARAHONA, M. 1984. *Fruticultura II*. San José, Costa Rica, EUNED. 332 p.
- BARAHONA, C.M.; SANCHO, E. 1991. *Aguacate y mango*. San José, Costa Rica, EUNED. 117 p.
- BERTSCH, F. 1995. *La fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- BRICEÑO, J.; PACHECO, R. 1984. *Métodos analíticos para el estudio de suelos y plantas*. San José, Costa Rica, Editorial Universidad de Costa Rica. 137 p.
- CHANDLER, W. 1962. *Frutales de hoja perenne*. México D.F., México, Editorial Hispanoamericana. 666 p.
- CLARKE, A.P.; CLARKE, B.A. 1987. A description of the pre-harvest factors affecting yield in mango (*Mangifera indica* L.) In: *Memory of Mangoes, a view*. Ed. by R.T. Prinsley, G. Tucker. London, England, Commonwealth Science Council. 159 p.
- ELIZONDO, R.; HERNANDEZ, R.L. 1983. *El mango*. San José, Costa Rica. Editorial UNED. 117 p.
- EMBLETON, T.; JONES, W. 1967. *Avocado and mango nutrition*. In: *Temperate to tropical fruit nutrition*. N. Childers ed. Horticultural Publication, Londres. p. 51-76.

- GEUS, J. 1973. Fertilizer guide for the tropics and subtropics. Zurich, Suiza. Centre d' étude de l' Azote. 794 p.
- GONTIJO, P.T.G. 1982. Nutrição e edubação da mangueira. Informe Agropecuario 8:28-35.
- HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- JONES, J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. 1991. Plant analysis handbook. USA, Micro-Macro Publishing Inc. 213 p.
- MALO, S. 1986. El mango. Agricultura de las Américas. México, D.F., México. p. 4-21.
- MARIN, T. 1995. Manejo poscosecha del mango en Costa Rica. Nuestra cosecha. Boletín informativo del Consejo Nacional de Producción 3:7.
- MATA, R. 1991. Los órdenes de suelos en Costa Rica. p. 27-32. In: Memoria de Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 22-24 de julio de 1991. 236 p.
- PONCHNER, S.; ROJAS, R.; BORNEMISZA, E. 1993. Variación estacional de nutrientes en árboles de mango (*Mangifera indica* L.), en 3 suelos del Pacífico Seco de Costa Rica. I. Macronutrientes. Agronomía Costarricense 17(2):21-30.
- ROSOLEM, C.A. 1989. Eficiencia da abudação foliar. In: XX Reuniao Brasileira de fertilidade do solo e nutrição da plantas. Piracicaba, Brasil. p. 315-352.
- SAENZ, A.; MORA, J. 1991. Mango (*Mangifera indica* L.). San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Editorial UNED. sp.
- YOUNG, T.W.; MINER, J.T. 1960. Responses of Kent mangos to nitrogen fertilization. Florida State Horticultural Society 73:334-336.
- YOUNG, T.W.; KOO, R.C.; MINER, J.T. 1962. Effects of nitrogen, potassium and calcium fertilization on Kent mangos on deep, acid, and sandy soil. Florida State Horticultural Society 75:364-371.