

EFECTOS DEL NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO ACUMULADO, VOLUMEN PRODUCTIVO Y POR CIENTO DE NITRÓGENO EN LAS HOJAS DEL MANGO.

Benigno Pedrera¹, M. Blanco², B. Piloto² y F. Martínez²

1. *Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, benignopedrera@iift.cu*

2. *Unidad Científico Tecnológica de Base, Alquízar, La Habana.*

Introducción

El mango es el fruto más popular del oriente y se le conoce como “El rey de las frutas”. Su consumo está difundido por casi todo el mundo y se utiliza como fruta fresca o procesada en las más diversas formas y variedades.

La superficie cultivada de mango en Cuba actualmente (Año 2009), es aproximadamente de 25 659.0 ha, con una producción de 106 440.0 t.

Es el segundo fruto que más se produce en el país; representa alrededor del 38 % de la producción total de frutales, excluyendo los cítricos.

Los sectores cooperativos y campesinos representan el 63 % de la producción de mango, los cuáles tienen potencialidades para continuar desarrollando este cultivo por su importancia desde el punto de vista nutritivo y económico.

La dinámica de los rendimientos en los últimos años ha fluctuado mucho y la media se sitúa entre 2.5 y 3.5 t / ha y los valores más altos se han obtenido en 1995 y 1999 con 5.5 t / ha y 6.5 t / ha respectivamente. Ese rendimiento está muy lejos de las potencialidades del cultivo en el país y de la media de varios países productores de mango.

El desarrollo y recuperación de los frutales en Cuba, en especial el mango, puede lograrse al integrar los resultados obtenidos en el mejoramiento con cultivares productivos, que superan las 10 t / ha antes de los 10 años, con marcos de plantación más estrechos, unido a la tecnología sanitaria contra la antracnosis, el intercalamiento de cultivos, inductores de floración y podas, con los resultados de nutrición NPK, haciendo énfasis en la nutrición nitrogenada y potásica, pero especialmente la nitrogenada, considerada internacionalmente de mayor importancia en el aumento de los rendimientos de este cultivo, al mismo tiempo la introducción del riego, significaría incrementar los rendimientos por encima del record obtenido en el país.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se considera la hipótesis que: *El efecto positivo fundamental de la nutrición mineral en los rendimientos del mango, está determinado por el N y K y el N es el elemento determinante en éstos.*

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en el cultivo del mango, en el cultivar “Keitt” durante cinco años de plantación, sobre un suelo Ferralítico Rojo (*Instituto de Suelos, 1999*), al sur de La Habana situada a los 22^o 47' de L N y 82^o 31' de L O y a una altura de 11 m.s.e.n.m., en la Estación Nacional de Frutales en el Municipio Alquízar, provincia La Habana.

El experimento se efectuó en condiciones de secano, de acuerdo con la tecnología de producción de este cultivo establecida en Cuba en esa época.

El experimento se desarrolló en un área de 2.25 ha. El cultivar utilizado fue introducido en Cuba desde La Florida, de buen desarrollo y productividad y con excelente calidad de la fruta. Fue injertado sobre patrón manga amarilla o de hilacha.

La distancia de plantación empleada fue de 10 m x 10 m, generalizada en la producción en Cuba como la distancia más estrecha recomendada para el mango. La densidad de plantación, de 100 plantas por ha. El Diseño experimental, de Bloques al Azar con Arreglo Factorial 3x2x2, para las dosis de NPK estudiadas, con 12 tratamientos de la combinación factorial:

- 1.- $N_0P_0K_0$
- 2.- $N_0P_0K_1$
- 3.- $N_0P_1K_0$
- 4.- $N_0P_1K_1$
- 5.- $N_1P_0K_0$
- 6.- $N_1P_0K_1$
- 7.- $N_1P_1K_0$
- 8.- $N_1P_1K_1$
- 9.- $N_2P_0K_0$
- 10.- $N_2P_0K_1$
- 11.- $N_2P_1K_0$
- 12.- $N_2P_1K_1$

Tres réplicas por cada tratamiento y 3 plantas por parcela experimental.

Como portadores de fertilizantes minerales se utilizaron: para N, Nitrato de Amonio 34 %, para P, Superfosfato Simple 19.5 % y para K, Cloruro de Potasio 60 %.

Las dosis utilizadas en el estudio se exponen en la tabla # 1.

Tabla # 1: Esquema de fertilización mineral NPK utilizado en el experimento.
Dosis en Kg.Ha.Año⁻¹ de nutrientes.

Años de plantación	N ₁	N ₂	P205	K20
Primero	11.6	14.5	2.2	10.0
Segundo	17.9	22.4	3.4	16.0
Tercero	24.2	30.2	4.7	22.0
Cuarto	30.5	38.1	6.0	28.0
Quinto	40.1	50.1	7.3	34.0
Acumulado	124.3	155.3	23.6	110.0

La fertilización inicial se realizó por las indicaciones del *Instructivo Técnico del mango* (1982), por lo que el tratamiento $N_1P_1K_1$ representa al *testigo relativo del Instructivo técnico*.

Al establecer la plantación se aplicó abono orgánico (*estiércol vacuno*) con una dosis de 10 kg.Pta⁻¹ según *Instructivo Técnico del mango* (1982)

Los fertilizantes minerales se aplicaron en forma superficial en el área de goteo de las plantas. En los dos primeros años, se aplicó fertilización en el período de disminución de los nutrientes, que corresponde con la llegada de las lluvias (*mayo - Junio*), según *Avilan et al.*, (1990), aplicando el 100 % de las dosis de NPK.

En los tres años restantes cuando las plantas comenzaron a producir, se fertilizó en el período de acumulación de nutrientes, que corresponde inmediatamente después de la cosecha y que en las condiciones de estudio está situado en los meses de agosto, septiembre, aplicándose el 100 % de los tres elementos.

El riego de establecimiento se realizó mediante pipa sólo durante el primer año de la plantación.

Las restantes atenciones agrotécnicas y fitosanitarias se realizaron según *Instructivo técnico del Mango* (1982)

El Volumen productivo se evaluó mediante la fórmula:

$$V.P. = 0.5236x. H.P. \text{ Diám.}^2 - 0.5236 (H.P. - 0.90). (\text{Diám.} - 1.80)^2$$

Donde: V.P. = Volumen Productivo (m³)

H.P. = Altura de la Planta (m)

Diám. = Diámetro promedio de la Copa (m)

0.5236 = Constante.

0.90 = Constante.

1.80 = Constante.

Fuente: *Del Valle* (1985)

Las muestras foliares estaban formadas por 30 hojas seleccionadas de los 4 puntos cardinales de la planta, con una edad de 6 a 7 meses, de cada parcela experimental. El muestreo se realizó en Mayo -Junio, época en que representan los niveles más bajos de nutrientes en las hojas del mango, según *Avilan.*, (1977)

Los % de niveles foliares se determinaron por los métodos siguientes:

N - Método Nessler.

P - Colorimetría. Azul de Mo.

K - Fotometría de Llama.

Se midió el rendimiento en las plantas en las tres primeras cosechas (rendimiento acumulado en t/ha)

Los resultados se analizaron mediante Análisis de Varianza con arreglo Factorial 3x2x2. Las medias de los tratamientos que resultaron significativas se compararon mediante el Test de Rangos Múltiples de *Duncan* (1960)

Resultados y Discusion.

Teniendo en cuenta el análisis del rendimiento, donde quedó definido que el tratamiento que dio la mejor respuesta en ese período bajo las condiciones de estudio fue $N_1P_0K_1$, superior significativamente a los demás, las valoraciones posteriores se hicieron fundamentalmente sobre el mismo en comparación con el testigo absoluto $N_0P_0K_0$ y el testigo relativo del *Instructivo Técnico* (1982) $N_1P_1K_1$, a partir del cual tuvo su base este estudio. Además se conoce internacionalmente que en los árboles de mango al entrar en producción cobra mayor importancia el efecto de los nutrientes hacia el proceso reproductivo, porque a medida que la producción va aumentando con los años, el crecimiento va siendo menos incrementado.

Análisis de los efectos del N, P y K y sus combinaciones sobre el comportamiento del rendimiento acumulado, volumen productivo y % de N en las hojas del mango.

El efecto del N sin la adición de P y K, sobre el rendimiento acumulado, el volumen productivo y el % de este elemento en las hojas, nos mostró que al adicionar N en la dosis mínima (N_1) con respecto al testigo, aumentó el volumen productivo, disminuyó el rendimiento acumulado ligeramente y también bajó el % de N en las hojas (Fig. 1 a y b). Al aplicarse la dosis máxima (N_2), se produjo una disminución del volumen productivo y un incremento del rendimiento acumulado y del % de N en las hojas. Ese comportamiento, es lo que normalmente debe ocurrir según se plantea internacionalmente en este frutal, cuando se incrementan los niveles de NPK en forma equilibrada favorable al cultivo y este es un suelo que posee altos niveles de P y K .Esto coincidió con lo reportado por *Mackenzie* (1995) y *Avilan* (1999).

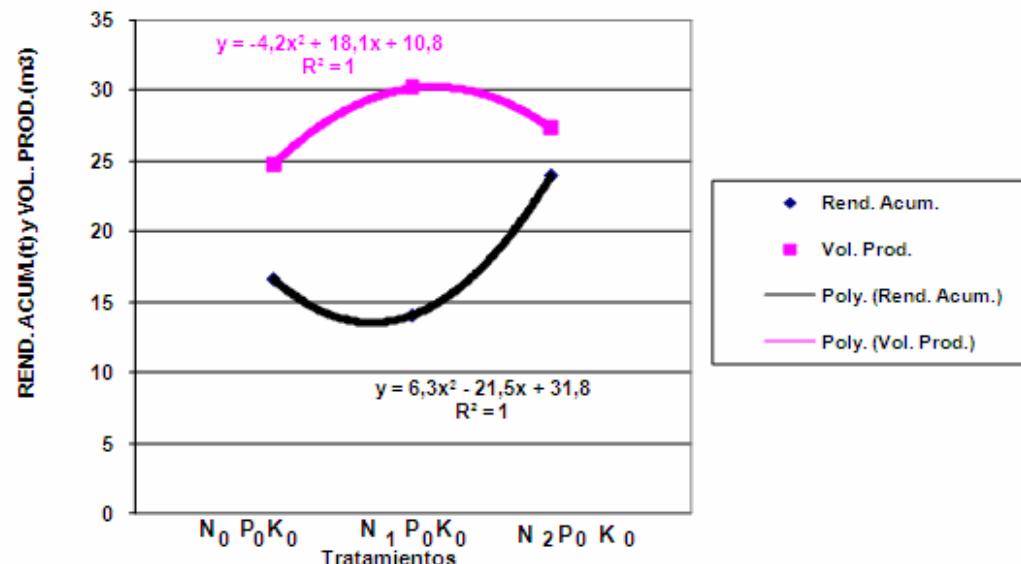


Fig.1a: EFECTO DEL N SIN P Y K SOBRE EL RENDIMIENTO ACUMULADO Y VOLUMEN PRODUCTIVO

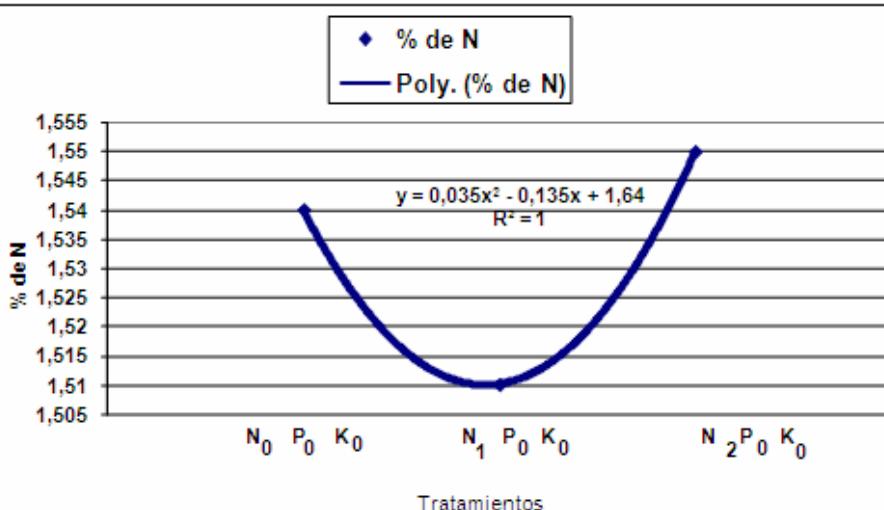
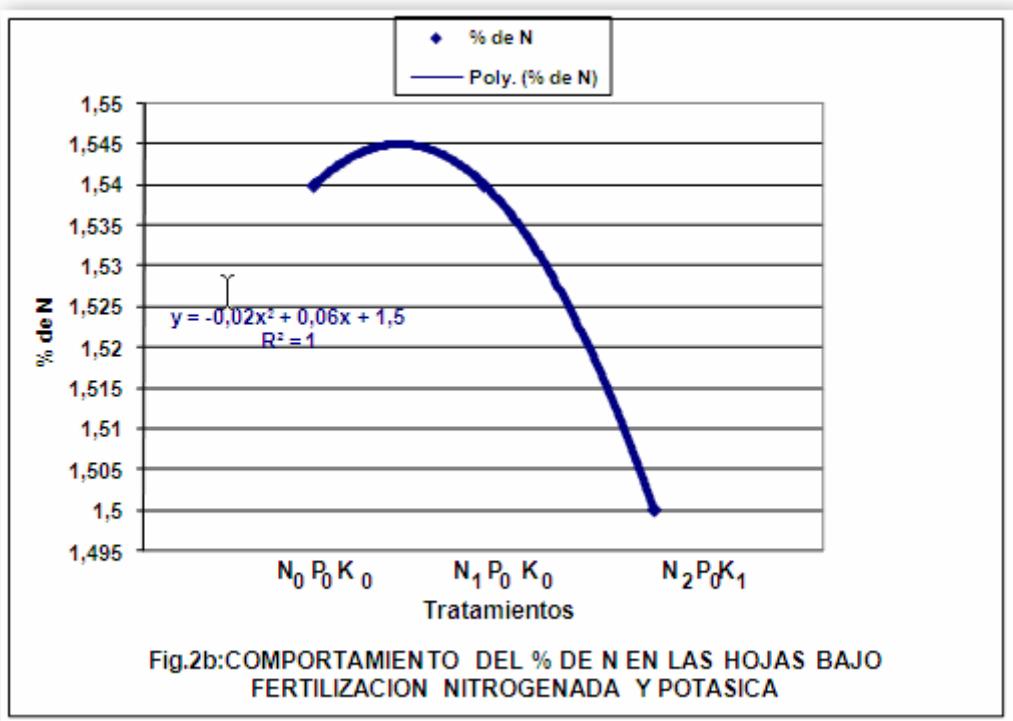
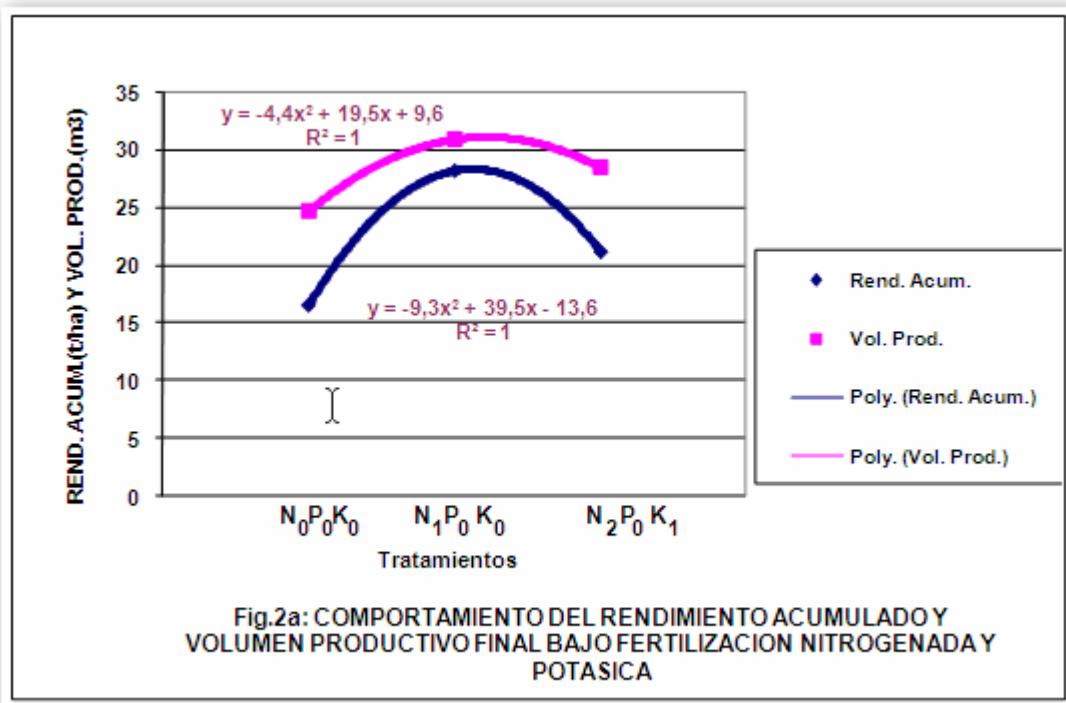


Fig.1b: EFECTO DEL N SIN P Y K SOBRE EL % DE N EN LAS HOJAS

De este modo, con la reserva de P y K en el suelo, el incremento de la dosis de N, aumentó el rendimiento acumulado y el % de N en las hojas, mostrando la relación inversa que existe en este cultivo entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, en dependencia del nivel de N aplicado, pero ese aumento del rendimiento acumulado fue a niveles muy inferiores al tratamiento de mejor respuesta N₁P₀K₁.

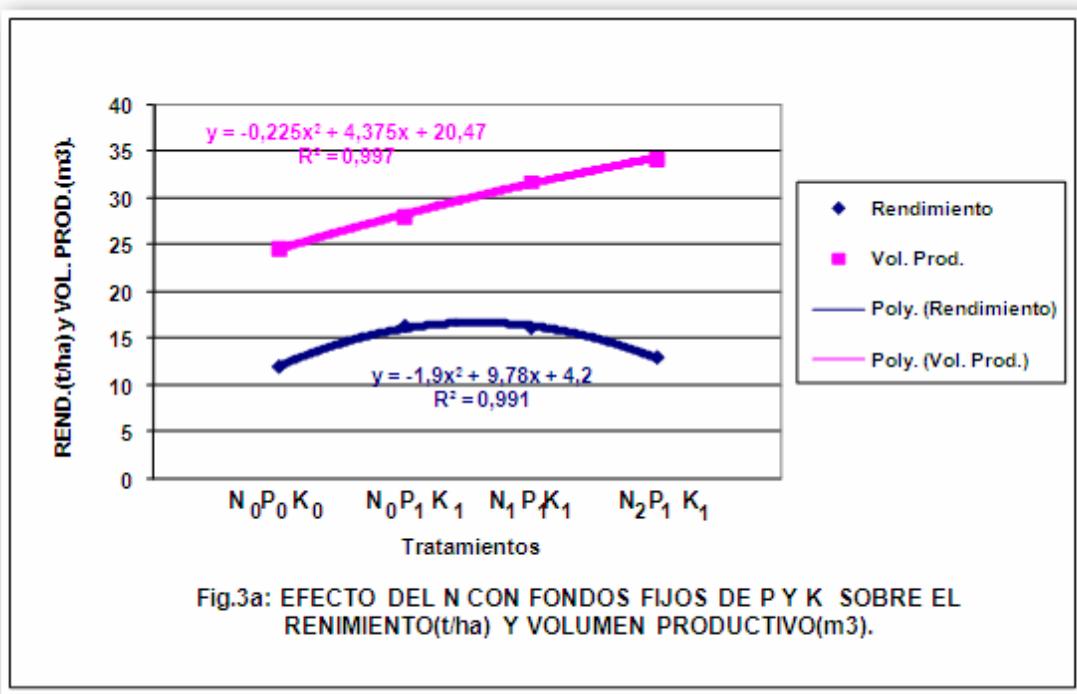
Por otra parte, cuando se adicionó K solamente con estos niveles de N aplicados, se observó que con la dosis mínima de N, en esas condiciones se logró el máximo rendimiento acumulado de 28.2 t. ha⁻¹ (Fig. 2 a y b). Con el equilibrio internutrientes

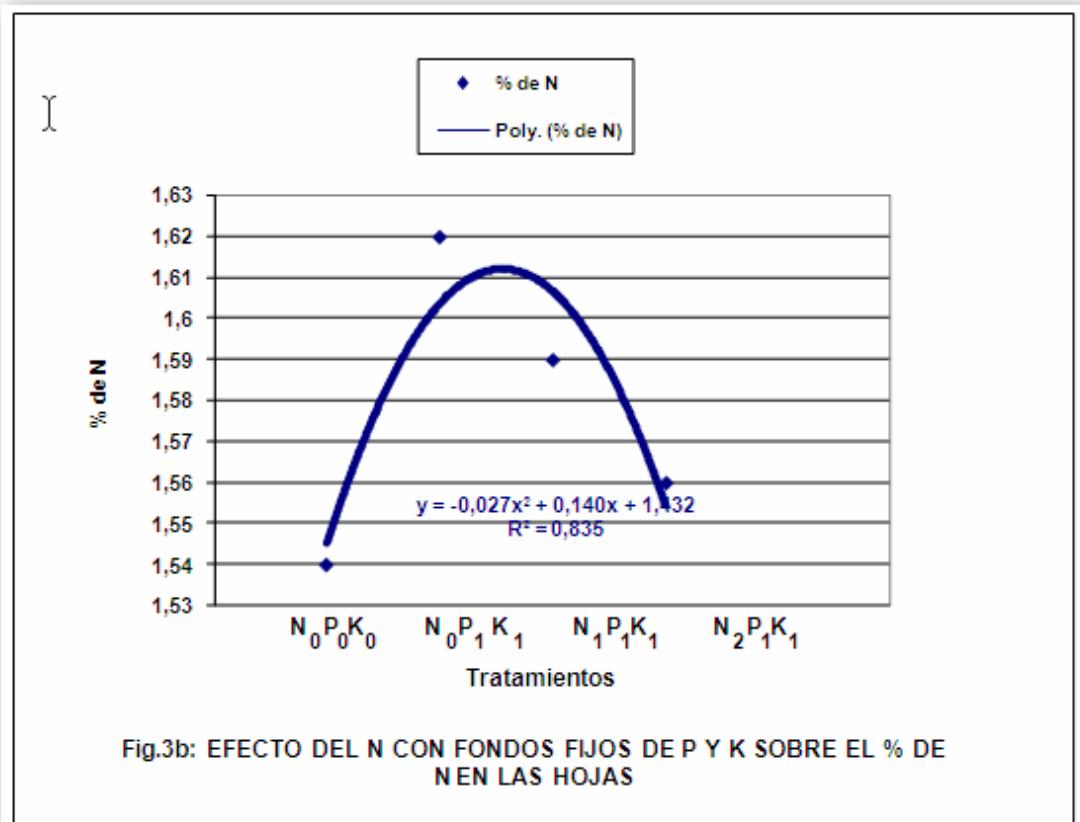
que se produjo en esas condiciones, aumentó el volumen productivo y el % de N en las hojas, pero cuando se adicionó el nivel máximo de N, las tres variables evaluadas disminuyeron, con esta edad joven de las plantas. Esto significa que el equilibrio internutrientes que se produjo al adicionar el máximo de N, fue desfavorable para el volumen productivo, el rendimiento y el nivel de N en las hojas.



Finalmente, cuando se analizó el efecto que produjo sobre las variables analizadas, la adición conjunta de P y K con los niveles de N considerados (Fig. 3 a y b), se encontró que entre el testigo absoluto y el testigo de N, se produjo un aumento de las tres variables analizadas por efecto del P y K.

Sin embargo, al adicionar las dosis mínimas y máximas de N, el volumen productivo mantuvo un incremento continuo, mientras que el rendimiento acumulado y el % de N en las hojas, mantuvieron una continua disminución, a partir del nivel mínimo de N, lo que evidenció que esta dosis fue más favorable en las condiciones de estudio, para lograr un efecto positivo en el cultivo, con los fondos de P y K aplicados que el nivel máximo.





El tratamiento de mejor respuesta para esas condiciones de estudio ($N_1P_0K_1$), tuvo un incremento de rendimiento sobre el testigo absoluto de un 58.8 % en el acumulado. Estos resultados coincidieron con lo obtenido por *Young y Campbell (1961)*, los cuales lograron incrementos de hasta un 70 % en la producción en especial con la aplicación de Nitrógeno, con respecto al testigo sin fertilizar. También coincidieron con los obtenidos por *Avilan (1969, 1983, 1986)* en Venezuela, trabajando en suelos aluviales y en los cultivares "Kent" y "Smith" en cuatro años obtuvo incrementos de rendimientos del orden del 40 % con relación al testigo sin fertilizar.

Los resultados del análisis foliar tuvieron concordancia según este autor con los rendimientos obtenidos.

En Sudáfrica, (*Stassen y Van Vauren, 1997 b*), consideraron decisiva la aplicación de N y K en el cv. "Sensation" y recomendaron en plantas jóvenes en producción, la aplicación de 6 g del elemento por cada Kg de rendimiento.

Por otra parte, *Avilan (1999)*, refiriéndose a la aplicación de N con P y K en el mango, consideró que 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. Consideró que cuando el contenido es alto, se debería aplicar el nivel mínimo de la dosis sugerida, si fuera medio, la dosis intermedia y si fuera bajo la dosis máxima.

En nuestro caso, los contenidos de P y K han sido altos en el suelo. Es por esta razón, que quizás el mejor resultado se obtuvo con la dosis baja de N combinada con la no-aplicación de P y con el fondo de K, que no es muy alto, en las condiciones de estudio y con las edades de estas plantas jóvenes, que están en desarrollo.

Conclusiones

Los cambios en el volumen productivo, el rendimiento acumulado y el % de N en las hojas, diferentes a la mejor respuesta obtenida con el tratamiento $N_1P_0K_1$, con un

comportamiento inverso en muchos casos entre el volumen productivo y el rendimiento acumulado, pudieron deberse a cambios en la relación C / N en favor de uno u otro proceso, provocadas por los fertilizantes aplicados en esos casos.

Bibliografía citada

- Avilan, L. 1969. Nota preliminar sobre ensayo de abonamiento en mango en suelos de la serie Maracay. *Agronomía Tropical*. (Venezuela) 19 (1): 49-59.
- Avilan, L. 1977. Variaciones de los niveles de N, P, K y Ca en las hojas de mango (*Mangifera indica* L.) a través de un ciclo de producción. *Agronomía Tropical* (Venezuela). 21(1): 3-10.
- Avilan, L. 1983. La fertilización del mango (*Mangifera indica* L.) en Venezuela *Fruits* 38(7-8): 553-562.
- Avilan, L. 1986. El mango. *Manchete* (Venezuela) 5:30.
- Avilan, L. Y G. Rengifo. 1990. *El Mango* Editorial América S.A 1^a Ed. Cap VIII. Nutrición Mineral y Fertilización: 185-241.
- Avilan, L. 1999. Fertilización del mango en el trópico. Inf. Agronómicas No. 34: 1-5.
- Duncan, D. R. 1960. Multiple Range Test. *Biometrics*, 11: 1 – 42.
- Del Valle Valdés, N. 1985. Patrones para Cítricos en Jagüey Grande. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Ministerio de la Agricultura. E. E. Jagüey Grande. p: 96 – 97.
- Instructivo técnico del mango 1982. Depto. de Otros Frutales. Dir. de Cít. Y Otros Frutales MINAGRI p. 35-36.
- Instituto de Suelos. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR. MINAGRI, Ciudad de la Habana, 64pp.
- Mackenzie, C.B. 1995. Field survey method for determining mango leaf norms. *South African mango Growers Association Yearbook*, 15: 48-53.
- Stassen, P.J.C.; Jause Van Vauren y S.J. Davie. 1997b Macroelements in mango trees uptake and distribution. *South African Mango growers Association Yearbook* 17: 16-19.
- Young. T. and C. Campbell. 1961Mango fruitfulness A.R. Gainesville. University Florida Agricultural Experimental Station. Pp353.