



*Efecto de la Fertilización en Plátano sobre la composición de hojas y frutos y sobre el Rendimiento**

EOVALDO HERNANDEZ
ANGEL CASANOVA***
GERASIMO BRACHO******

RESUMEN

Se estudió el efecto de la fertilización con N.P.K. sobre el contenido de estos elementos en las hojas y en los frutos de plátano y sobre su rendimiento en frutos. El estudio se realizó en suelos de la serie Chama, en el Sur del Lago de Maracaibo. Concentraciones foliares de 3,6 por ciento de N, 0,20 a 0,27 por ciento de P y 3,0 a 4,0 por ciento de K parecen ser adecuadas, durante las diferentes etapas de desarrollo de la planta, para obtener buenos rendimientos en los suelos de la serie Chama. La aplicación de 150 Kgs N/Ha dió el mejor peso promedio de los racimos (14,1 Kgs) y un buen rendimiento (2.400 Kgs/Ha/mes). La aplicación de P no afectó ni el peso promedio de los racimos, ni el rendimiento. La aplicación de 200 KgsK/Ha produjo un pequeño aumento en el peso promedio del racimo y aumentos significativos en el rendimiento. El contenido de N en la pulpa y en la cáscara del fruto no reveló diferencias significativas por efecto de los tratamientos aplicados. El nivel de P en la pulpa dependió de los niveles de N y K aplicadas; es decir, hubo interacción entre N y K en cuanto al contenido de P en la pulpa del plátano. Las diferencias en el contenido de P en la cáscara fueron significativas y se debieron al efecto de la aplicación de N

* Este trabajo ha sido financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICIT, y fué recibido para su publicación el 11-3-74.

** Profesor, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo. Venezuela.

*** Profesor, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo. Venezuela.

**** Profesor, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo. Venezuela.

al suelo, independientemente de cualquier otro factor. En cuanto al nivel de K en la pulpa y en la cáscara, no se detectaron diferencias significativas por efecto de los tratamientos.

ABSTRACT

The effect of N,P,K application upon the concentration of these elements in the leaves and fruits of plantain was studied. The experiment was carried out on soils of the series Chama, South of Maracaibo Lake. Foliar levels of 3,6 per cent N, 0,20 to 0,27 per cent P, and 3,0 to 4,0 per cent K appear adequate for optimum yields in soils of the series Chama. Application of 150 KgsN/Ha gave the best average weight per bunch (14.1 Kgs) and an optimum yield (2400 Kgs/Ha/month). Phosphorus application did not affect either average weight of bunch, nor yield. Application of 200 KgsK/Ha gave a slight increase in yield. The amount of N in the pulp and peel of the fruit did not show significant differences by effect of the fertilizer treatments. The amount of pulp P was affected by the amount of N, K applied, i.e., there was a N and K interaction in relation to the level of pulp P in plantain. Differences in peel P content were significant and due to the effect of N application, independently of other factors. No significant difference in pulp and peel K was detected.

INTRODUCCION

El plátano, uno de los principales cultivos exportables del país (20) y medio de sustento de una gran masa de trabajadores del campo, ha sido poco estudiado en Venezuela. El presente trabajo es un intento de relacionar el estado nutritivo de la planta, determinado mediante análisis foliar, con la aplicación de fertilizantes y con el rendimiento del cultivo, para hacer recomendaciones a los agricultores sobre abonamiento. La serie Chama, donde se efectuó el ensayo, ocupa aproximadamente unas 95.000 Has. de tierras aptas para el cultivo de las musáceas (20), de las cuales unas 24.000 Has. están bajo cultivo de plátano.

REVISION DE LA LITERATURA

Durante los últimos años el diagnóstico analítico ha ido cambiando del análisis de suelos al análisis de la planta. El análisis foliar no ha desplazado, ni parece que lo hará, al análisis de suelos como método de diagnóstico; ambos métodos son complementarios. En general, el muestreo foliar es más sencillo que el muestreo de suelos. El análisis foliar se basa en las siguientes suposiciones (5): a) que la hoja es la parte más importante de la planta desde el punto de vista metabólico; b) que las variaciones en el suministro de nutrientes se reflejan en la composición de la hoja; c) que estas variaciones son más pronunciadas en ciertas etapas del desarrollo que en otras y d) que la concentración de nutrientes en la hoja en determinada etapa del crecimiento de la planta se relaciona con el rendimiento del cultivo.

TABLA N° 1

Nitrógeno, P y K total en Banano.

Hoja No.	N	P	K
	%	%	%
Primera	2,83	0,30	3,73
Tercera	3,21	0,26	3,30
Quinta	3,09	0,24	3,00
Séptima	2,63	0,24	3,09

Murray (17), en Jamaica, también encontró que el N aumenta ligeramente de la primera a la cuarta hoja y luego disminuye con la edad de la hoja. Sin embargo, las plantas deficientes en nitrógeno presentaron la más alta concentración de N en la hoja más joven. Murray (17) no encontró una disminución en P y K con la edad, como la reportada por Hewitt (11). El también analizó Ca y Mg; encontró que se acumulaban al envejecer la hoja. Battikhah y Khalidy (2), trabajando con la variedad Cavendish, *Musa nana*, en Líbano, encontraron, igual que Hewitt (11), que la tercera hoja mostraba la más alta concentración de N y que P y K eran más elevados en la hoja más joven, disminuyendo con la edad.

El muestreo de la hoja se ha hecho para diversas etapas del desarrollo de la planta. Hewitt (11) intentó estimar el momento en que la inflorescencia comienza a moverse hacia arriba dentro del pseudotallo, pero no tuvo éxito y concluyó que no era posible realizar un análisis foliar válido antes del brote de la flor. El encontró que la tercera hoja muestreada en el momento de la aparición de la inflorescencia contenía concentraciones más altas de N, P y K que cuando se muestreaba en el momento de madurez del fruto (Tabla 2).

Si se aceptan estas suposiciones, es posible determinar experimentalmente: a) la mejor hoja y el estado de desarrollo de la planta más adecuado para que el análisis foliar refleje el estado nutricional del cultivo; b) las concentraciones de nutrientes a las cuales el desarrollo o el rendimiento del cultivo es máximo; c) los niveles de nutrientes asociados a los síntomas de deficiencias y de toxicidad; y d) los niveles de nutrientes asociados a la respuesta en el rendimiento del cultivo como consecuencia de la aplicación de fertilizantes al suelo. Una vez se tengan estos datos es posible, en ausencia de factores limitantes no-nutricionales, diagnosticar el estado nutricional actual del cultivo y, al relacionarlo con sus niveles óptimos, hacer las recomendaciones adecuadas de fertilización para elevar el rendimiento del cultivo. Por otra parte, si el análisis foliar indicara un estado nutricional adecuado y el rendimiento del cultivo fuera bajo, la causa de este bajo rendimiento no sería nutricional.

En plátano, el análisis foliar no ha sido utilizado; pero si en banano (cambur). La mayor parte de la información existente se refiere a banano. Comenzando con Hewitt (11), una serie de investigadores han intentado correlacio-

nar el análisis foliar del banano con el estado nutricional de la planta. El primer problema fué qué hoja muestrear y en qué etapa del desarrollo de la planta. Hewitt (11) analizó la primera, tercera, quinta y séptima hojas en 24 plantas de bananos Lacatan, en seis lugares de Jamaica y, basándose en que la tercera hoja (la primera hoja es en realidad la última en brotar, la más joven) contenía la máxima concentración de N, concluyó que esta era la hoja que indicaba el estado nutricional de la planta (Tabla 1). Sin embargo, P y K eran más elevados en la primera hoja (la hoja más joven).

TABLA N° 2

Análisis de hojas muestreadas en dos etapas de la vida de la planta de Banano (11)

Etapa	N	P	K
	Promedio	Promedio	Promedio
	%	%	%
Brote de la inflorescencia	2,52	0,17	2,64
Madurez del fruto	2,40	0,15	2,41

Sobre esta base, Hewitt eligió la tercera hoja en el momento del brote de la inflorescencia. Caldas y Martínez (7), en las Islas Canarias, Hewitt y Osborne (12), en Jamaica, y Bhangoo *et al.* (3), en Honduras, han usado también la tercera hoja en el momento de la inflorescencia. Murray (18), en Jamaica, utilizó la tercera hoja muestreada a los seis meses después de la siembra.

Hewitt no explica por qué los valores de N, P y K determinados en el momento del brote de la inflorescencia (Tabla 2) son todos ellos inferiores a los obtenidos para las hojas en diferentes posiciones de la planta (Tabla 1). Quizá se deba a una variación estacional. Brzesowsky y van Biesen (6), en Camerín, observaron que las concentraciones de N, P, K, Ca y Mg en la hoja fluctuaban durante el año, dependiendo de la precipitación y de la aplicación de fertilizantes. Durante la estación seca el contenido de N, P, K en las hojas fué generalmente más bajo. Brzesowsky y van Biesen muestrearon la hoja más joven a intervalos de 4 semanas desde la siembra hasta el momento de aparición de la inflorescencia. Después de cosechar el fruto, el muestreo se continuó en el primer hijo. Ellos eligieron la primera hoja, en lugar de la tercera, porque las variaciones en la precipitación causan fluctuaciones en la edad fisiológica de las hojas más viejas. Aún más, el contenido de K es más alto en la hoja más joven y decrece con la edad. Por lo que ellos razonaron que la selección de la hoja más joven reduce las diferencias fisiológicas entre las hojas muestreadas mensualmente y asegura que ella contiene la concentración más elevada de potasio disponible en las hojas de la planta en el momento del muestreo. Ellos prefirieron muestrear antes del comienzo de la floración argumentando que cualquier deficiencia nutricional que se detectara podría ser entonces corregida antes de la aparición del fruto.

En cuanto a los niveles nutricionales en la hoja, Hewitt (11) encontró que las concentraciones foliares adecuadas de nutrientes eran las siguientes: 2,6 por ciento de N; 0,2 por ciento de P; 2,7 por ciento de K; 0,54 por ciento de Ca y 0,2 por ciento de Mg. Es decir, cuando la concentración de N en la hoja era menor de 2,6 por ciento, la aplicación de N producía un aumento significativo en el rendimiento. Cuando la hoja tenía más de 0,2 por ciento de P no se observaba repuesta al tratamiento con P. Para K, Hewitt (11) propuso que no se debería esperar un aumento de rendimiento al aplicar K cuando la concentración foliar fuera superior a 2,7 por ciento. Hewitt y Osborne (12) confirmaron los valores de 2,6 por ciento para N y 0,17 por ciento para K como valores críticos y que 2,7 por ciento es un valor adecuado para la concentración foliar de K. Murray (17) obtuvo resultados similares a los de Hewitt (11), aunque en invernadero, con un 60 a 70 por ciento del máximo de luz solar.

En la Tabla 3 se presentan los niveles adecuados y de deficiencia severa para N, P, K, Ca y Kg, en base a los datos de Hewitt (11) y Murray (17).

TABLA N° 3

Porcentaje de nutrientes en la tercera hoja de la planta de Banano.

	N	P	K	Ca	Mg
Nivel adecuado	2,6	0,20	2,7	1,00	0,36
Deficiencia severa	1,5	0,09	2,1	0,53	0,12

Bhangoo *et al.* (3) observaron que el uso de 390, 180 y 200 Kgs/Ha. úrea superfosfato y sulfato de potasio, respectivamente, mejoró grandemente el rendimiento del banano, el peso del racimo, el número de manos por racimo y las cualidades de mercado de los racimos, en comparación con la simple aplicación de 350 Kgs/Ha de úrea y con la no aplicación. Ellos observaron que la concentración foliar de N, P, K era directamente proporcional a la aplicación de NPK en el suelo (Tabla 4) y que los niveles de NPK en las hojas se correlacionaban positivamente con los rendimientos.

TABLA N° 4

Porcentaje de nutrientes en la tercera hoja (3).

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
350-160-183	2,80	0,41	2,86	6,90	0,46
0 0 0	2,56	0,37	2,62	5,66	0,40

Es interesante notar que los niveles de N y K en la parcela sin fertilizar estaban por debajo de los considerados adecuados por Hewitt (11) y Murray (17). P y Ca estaban, sin embargo, muy por arriba.

Brzesowsky y van Biesen (6) observaron que el contenido de K en la primera hoja aumenta al elevar las dosis de N y K y que lo mismo le sucede al peso de los frutos y al número de manos por racimo.

En general, la fertilización con K mejora la calidad de los frutos. Ellos no obtuvieron un aumento del N foliar al fertilizar con N. Como el contenido de N foliar estuvo generalmente por arriba de 2,6 por ciento, el valor considerado por Hewitt (11) como adecuado, y llegó a veces hasta 4,21 por ciento, posiblemente no debería esperarse una respuesta. Por otra parte, a pesar de que 2,7 por ciento de K se consideró adecuado y de que las parcelas no tratadas contenían una concentración foliar más alta de K, se obtuvieron respuestas significativas a la aplicación de K. Esto quizás se deba a que Brzesowsky y van Biesen (6) usaron para el análisis la hoja más joven, la cual tiene generalmente un mayor contenido de K que la tercera hoja, usada por Hewitt (11).

El efecto significativo del aumento en K de la hoja, al fertilizar con K fué particularmente pronunciado durante la estación seca. Brzesowsky y van Biesen (6) explican ésto en base a que el K intercambiable se reduce durante la estación seca y al aplicar K aumenta el K disponible.

Ellos también observaron que el aumento de K en el suelo reducía el contenido de Mg en la hoja, pero sin llegar a observarse síntomas de deficiencia.

Caldas y Martínez (7) encontraron que al aumentar la fertilización nitrogenada a razón de 40 g de N por planta y por mes, el N foliar aumentaba de 1,81 por ciento a 3,15 por ciento. Ellos también reportaron que cuando el nivel de P extraíble con bicarbonato está por arriba de 25 ppm en el suelo, la concentración foliar de P está por arriba de 0,20 por ciento, nivel considerado adecuado por Hewitt (11). Para el K, no encontraron correlación entre el K del suelo y el K de la hoja, el cual varió entre 3,21 por ciento y 4,23 por ciento (K_2O).

Dumas y Martín-Prevel (10), con la variedad enana Petit Nain, en una región con una pronunciada estación seca de la Guinea francesa, estimaron que el contenido mineral óptimo en la hoja en el momento de cosecha de los frutos era: K = 3,35 a 3,70 por ciento; N = 2,35 a 2,55 por ciento; Ca = 1,76 a 2,06 por ciento; Mg = 0,30 a 0,40 por ciento. Ellos destacan la importancia de una relación K/N satisfactoria que va desde 1,35 a 1,60 al comienzo del crecimiento hasta 1,5 a 1,7 en la época de la cosecha. El fósforo que varió entre 0,25 y 0,33 por ciento, se consideró adecuado.

En estudios posteriores, Dumas (9) encontró que los requerimientos de K varían con la variedad de planta. Para Petit Nain encontró que el contenido foliar es de aproximadamente 3,6 por ciento, para Poyo 4,0 por ciento y para la variedad alta, Gros Michel, 4,3 a 5,8 por ciento.

Martín-Prevel (15) analizó las hojas de la variedad Dwarf Cavendish en cinco etapas de la vida de la planta: cuando la planta había desarrollado cinco hojas, ocho hojas, quince hojas, al emerger la inflorescencia y en el momento de la cosecha. Aunque no se indica en el trabajo que hoja se usó para el análisis, se observó una disminución en N, desde los comienzos de la planta hasta el momento del brote de la inflorescencia. Lo mismo sucedió con P y K. Los resultados se presentan en la Tabla 5. De ellos, Martín-Prevel (15) calculó que la relación K/N aumenta de 3,0 cuando la planta tiene cinco hojas a 3,8 en el momento de la cosecha.

TABLA N° 5

Composición de las hojas de banano en diferentes etapas de su crecimiento (15).

	Porcentaje del peso seco				
	N	P	K	Ca	Mg
Etapa de 5 hojas	3,54	0,20	3,84	0,77	0,17
Etapa de 8 hojas	3,14	0,18	3,67	0,67	0,15
Etapa de 15 hojas	2,99	0,16	3,80	0,79	0,14
Momento de inflorescencia	2,88	0,15	3,43	0,71	0,18
Momento de cosecha	2,55	0,14	3,03	0,92	0,12

Las hojas de banano creciendo en suelos calizos del Valle del Jordán (4) contienen niveles más altos de Ca, Mg y ceniza que las hojas obtenidas de áreas bajas en Ca. Recíprocamente, el contenido en K de las hojas de suelos calizos es inferior.

Ho (13), en Formosa, encontró una fuerte correlación positiva entre el contenido de K en las hojas y los rendimientos del cultivo.

Todos los estudios mencionados se realizaron en banano (cambur), debido a su importancia en el mercado internacional. Poco se ha hecho en plátano. Caro-Costas *et al* (8), en la región montañosa de Puerto Rico, encontraron que los porcentajes de nutrientes en las hojas, indicando deficiencia y suficiencia, respectivamente, fueron los siguientes: nitrógeno 3, 5 y 4,0; fósforo 0,15 y 0,21; potasio 2,3 y 3,3; magnesio 0,15 y 0,31. Ellos también obtuvieron un notable aumento en los rendimientos al aplicar 224, 224 y 448 Kgs/Ha de N, P₂O₅ y K, respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

Suelos

El ensayo se realizó en suelos de la serie Chama (Fig. 1). Estos suelos

han sido mapeados y descritos por Kijewski (14). Las características químicas y físicas de los suelos de las parcelas utilizadas en el ensayo se presentan en la Tabla 6. Se trata de suelos franco-arcillosos, ligeramente alcalinos, de poca pendiente, con muy pobre drenaje externo e interno, debido a una elevada mesa de agua.

Niveles de Fertilización y diseño experimental

Se usó un diseño de bloques al azar en factorial 3 x 2 x 4 con los siguientes niveles de cada fertilización: N (en forma de sulfato de amonio: 0, 150 y 300 Kgs/Ha.; P (como superfosfato): 0 y 150 Kgs/Ha; K (como KCl). 0, 200, 400 y 600 Kgs/Ha. Se realizaron tres repeticiones. La siembra se efectuó el 12-2-70. Los fertilizantes se aplicaron el 26-3-70 (1/2 N, 1/2 P, 1/4 K) y el 15-8-70 (1/2 N, 1/2 P, 3/4 K).

Las distancias de siembra fueron: 3 m. entre plantas y 4 m. entre hileras. El área de la unidad experimental fué de 216 m², con un total de 15 plantas.

Control de malezas

Las malezas se controlaron a machete, con rotativa y químicamente (con Gramoxone).

Deshije

Se siguió el sistema de manejo utilizado en la zona, con algunas modificaciones. El primer deshije se realizó 8 meses después de la siembra, dejando tres portadores (tres hijos) en disposición triangular. El segundo deshije se hizo 4 meses después del primero, tratando siempre de dejar tres hijos alrededor de la planta inicial, para evitar que la plantación se desplazara.

Floración

Desde el comienzo de la floración se tomaron datos de la misma cada 15 días.

Cosecha

A partir de la iniciación de la maduración, se efectuaron cosechas cada 15 días. Se pesaron los racimos y se midieron dos frutos representativos para evaluar su calidad comercial. En la pulpa y en la cáscara de los frutos se determinó N, P y K.

Drenajes

Para evitar o reducir los problemas que ocasionan en la zona las frecuentes inundaciones se trazó y construyó en el área del ensayo una red de canales.

Observaciones Generales

Cada 15 días se hicieron observaciones sobre malezas, efecto de los vientos, ataque de plagas y otras actividades de tipo general.

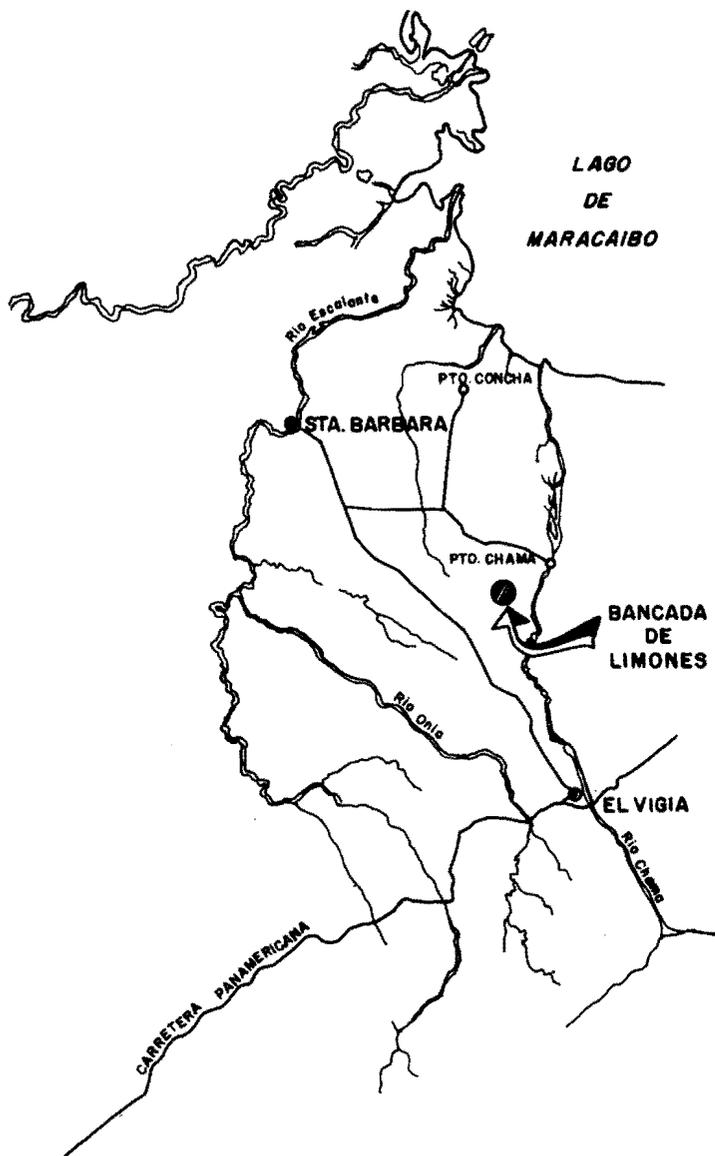


FIGURA 1. El ensayo se realizó en la Hacienda "La Trinidad", propiedad del Sr. Benito Valbuena, en la zona de la Bancada de Limones, en la vía troncal El Moralito - Taparón, Sector Chama (entrada por el Km. 35 de la carretera Sta. Bárbara - El Vigía), Municipia Sta. Cruz del Zulia, Distrito Colón, Estado Zulia.

TABLA N° 6

Características del suelo del Area Experimental*.

Perfil	Arena	Limo	Arcilla	pH (1:1)	Conduc- tividad (1:1)	Materia orgánica	P	K
	%	%	%		mmhos/cm	%	ppm	ppm
0 - 25 cm	22,7±15,1	43,2± 9,3	34,1±6,9	7,3±0,5	0,302 ±0,085	1,7±0,4	10±6	63±18
25 - 50 cm	40,6±28,2	41,3±20,3	18,2±9,4	7,1±0,6	0,191 ±0,054	0,7±0,3	11±5	53±19

* Los resultados presentados son los promedios de 38 análisis; se indica la desviación standard.

Muestreo

Se efectuaron 5 muestreos en las siguientes fechas: 25-4-70, 14-7-70, 26-9-70, 24-2-71 y 17-4-71.

En la hilera central de cada parcela se muestrearon a intervalos regulares, la primera y la tercera hoja de la planta (la primera hoja es la última en haber brotado). Se muestrearon dos plantas de cada parcela. El muestreo se efectuó en mitad del limbo de la hoja. Las muestras se trasladaron sin refrigerar al laboratorio y se secaron durante la noche a 70°C. Las muestras se molieron y pasaron a través de un tamiz de 20 mallas (20-mesh). A temperatura más alta de 70°C, algunas fracciones de nitrógeno se pierden por volatilización (22). El material molido se conservó en frasco de polietileno, hasta su análisis. En la muestra se determinó humedad, nitrógeno, fósforo y potasio.

La humedad se determinó en muestras de 1,0 a 2,0 grs, secándolas a 105°C hasta peso constante.

Para la determinación de fósforo y potasio, una muestra de aproximadamente 2 grs. se pesó con exactitud, se quemó a 550°C durante 3 horas, se disolvió en 25 ml. de una mezcla ácida (1 parte HCl conc., 1 parte HNO₃ conc., 8 partes de agua desionizada), se hirvió y completó el volumen a 50 ml. En alícuotas de esta solución se determinó fósforo y potasio.

El fósforo se determinó colorimétricamente por reducción del complejo de fosfomolibdato con p-metilaminofenol. 1/2 H₂SO₄ (Elon) y medición de la densidad óptica a 620 nm (21). El potasio se determinó por fotometría de llama (1).

El nitrógeno se determinó por un método micro Kjeldahl, con selenio como catalizador y recogiendo el destilado sobre ácido bórico al 2 por ciento (16).

RESULTADOS

En las Tablas 7, 8 y 9 se presenta un resumen del efecto de la fertilización con N, P, K sobre el contenido foliar de estos tres elementos y sobre el rendimiento de la cosecha.

En la Tabla 10 y en las Figuras 2 y 3, se presenta el efecto de la fertilización con N, P, K sobre el contenido de N, P, K en la pulpa y en la cáscara del fruto de plátano.

TABLA N° 7

Efecto de la aplicación de nitrógeno en el suelo sobre el contenido de N, P, K en las hojas y sobre el rendimiento de Plátano.

Nitrógeno aplicado Kgs /Ha	N, P, K en las hojas (% base seca)									Rendimiento promedio		
	N Muestreo			P Muestreo			K Muestreo			Racimos comerciales Ha/mes ^a	Kgs/Ha/ mes	Peso promedio del racimo ^b Kgs
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°			
Primera hoja												
0	2,63	2,73	3,07	0,24	0,31	0,31	3,98	4,04	4,62	53	1593	12,40
150	3,59	2,91	3,20	0,22	0,20	0,23	3,47	3,75	4,77	80	2402	14,11
300	3,81	3,35	3,25	0,24	0,20	0,26	4,28	3,64	5,00	76	2283	12,41
Tercera hoja												
0	3,10	2,92	3,28	0,22	0,29	0,28	3,95	3,38	4,19			
150	4,40	3,12	3,67	0,25	0,18	0,19	3,49	3,58	3,63			
300	4,61	3,62	3,74	0,21	0,19	0,19	3,43	3,11	3,57			

^a Un racimo comercial equivale a 30 Kgs.

^b El racimo (para distinguirlo del racimo comercial) es la producción de frutos de una sola planta. En la zona platanera se denomina "tallo".

TABLA N° 8

Efecto de la aplicación de fósforo en el suelo sobre el contenido de N, P, K en las hojas y sobre el rendimiento de Plátano.

Fósforo aplicado kgs super- fosfato/ Ha.	N, P, K en las hojas (% base seca)									Rendimiento promedio		
	N Muestreo			P Muestreo			K Muestreo			Racimos comerciales Ha/mes ^a	Kgs/Ha/ /mes	Peso promedio del racimo ^b Kgs
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°			
Primera hoja												
0	3,29	3,02	3,26	0,23	0,24	0,27	3,73	3,73	4,91	64	1920	12,42
150	3,42	2,99	3,09	0,24	0,24	0,26	4,12	3,90	4,51	70	2092	13,52
Tercera hoja												
0	3,83	3,29	3,60	0,20	0,21	0,24	3,71	3,41	3,70			
150	4,24	3,33	3,53	0,25	0,23	0,20	3,56	3,44	3,89			

^a Un racimo comercial equivale a 30 Kgs.

^b El racimo (para distinguirlo del racimo comercial) es la producción de frutos de una sola planta. En la zona platanera se denomina "tallo".

TABLA N° 9

Efecto de la aplicación de potasio en el suelo sobre el contenido de N, P, K en las hojas y sobre el rendimiento de Plátano.

Potasio aplicado KgsKCl/Ha	N, P, K en las hojas (% base seca)									Rendimiento promedio		
	N			P			K			Racimos comerciales Ha/mes*	Kgs/Ha/ mes	Peso promedio del racimo ^b Kgs.
	Muestreo			Muestreo			Muestreo					
1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°				
Primera hoja												
0	3,36	3,21	3,01	0,25	0,24	0,32	3,63	3,76	4,68	61	1844	12,27
200	3,11	3,01	3,27	0,26	0,23	0,24	3,95	3,77	4,55	69	2072	13,31
400	3,26	2,98	3,07	0,19	0,23	0,25	3,69	3,81	4,70	73	2192	13,17
600	3,69	2,83	3,33	0,23	0,24	0,24	4,39	3,92	4,92	75	2251	13,14
Tercera hoja												
0	4,10	3,49	3,51	0,22	0,23	0,25	3,72	3,43	3,82			
200	3,89	3,09	3,51	0,23	0,20	0,26	3,33	3,16	3,44			
400	4,06	3,39	3,65	0,23	0,23	0,17	3,67	3,53	3,79			
600	4,09	3,29	3,58	0,24	0,24	0,21	3,84	3,57	4,12			

^a Un racimo comercial, equivale a 30 Kgs.

^b El racimo (para distinguirlo del racimo comercial) es la producción de frutos de una sola planta. En la zona platanera se denomina "tallo".

TABLA N° 10

Efecto de la fertilización con N, P, K sobre el contenido de N, P, K en la pulpa y cáscara del fruto de Plátano*.

Tratamiento N - P - K	Cáscara			Pulpa		
	N	P	K	N	P	K
0 0 0	1,38	0,28	4,74	0,47	0,08	0,11
0 0 1	1,48	0,31	5,98	0,52	0,08	0,14
0 0 2	1,73	0,25	5,41	0,55	0,07	0,10
0 0 3	1,55	0,36	5,94	0,47	0,10	0,12
0 - 1 - 0	1,48	0,28	5,07	0,46	0,08	0,10
0 - 1 - 1	1,30	0,26	4,73	0,47	0,09	0,11
0 - 1 - 2	1,45	0,31	4,86	0,49	0,07	0,12
0 - 1 - 3	1,36	0,21	5,36	0,47	0,08	0,12
1 - 0 - 0	1,71	0,21	5,19	0,55	0,08	0,12
1 - 0 - 1	1,53	0,20	4,86	0,52	0,07	0,11
1 - 0 - 2	1,54	0,22	6,04	0,52	0,07	0,11
1 - 0 - 3	1,54	0,18	5,20	0,51	0,08	0,11
1 - 1 - 0	1,35	0,21	5,13	0,45	0,07	0,10
1 - 1 - 1	1,31	0,20	5,26	0,47	0,07	0,10
1 - 1 - 2	1,54	0,18	5,40	0,49	0,07	0,11
1 - 1 - 3	1,48	0,23	5,14	0,48	0,07	0,11
2 - 0 - 0	1,60	0,16	5,20	0,51	0,07	0,10
2 - 0 - 1	1,50	0,19	5,27	0,46	0,07	0,10
2 - 0 - 2	1,66	0,19	5,29	0,49	0,07	0,11
2 - 0 - 3	1,46	0,16	5,77	0,47	0,06	0,10
2 - 1 - 0	1,56	0,16	4,52	0,55	0,07	0,11
2 - 1 - 1	1,69	0,15	5,12	0,49	0,08	0,11
2 - 1 - 2	1,50	0,17	4,99	0,51	0,07	0,11
2 - 1 - 3	1,51	0,19	5,76	0,51	0,08	0,09

* Los resultados se expresan como porcentaje sobre base seca. Los niveles de fertilizante aplicados fueron: N₁ 0,9 Kgs (NH₄)₂ SO₄/planta; N₂ 1,8 Kgs (NH₄)₂ SO₄/planta; P₁ 0,9 Kgs superfosfato simple/planta; K₁ 0,4 Kgs KCl/planta; K₂ 0,8 Kgs KCl/planta; K₃ 1,2 Kgs KCl/planta.

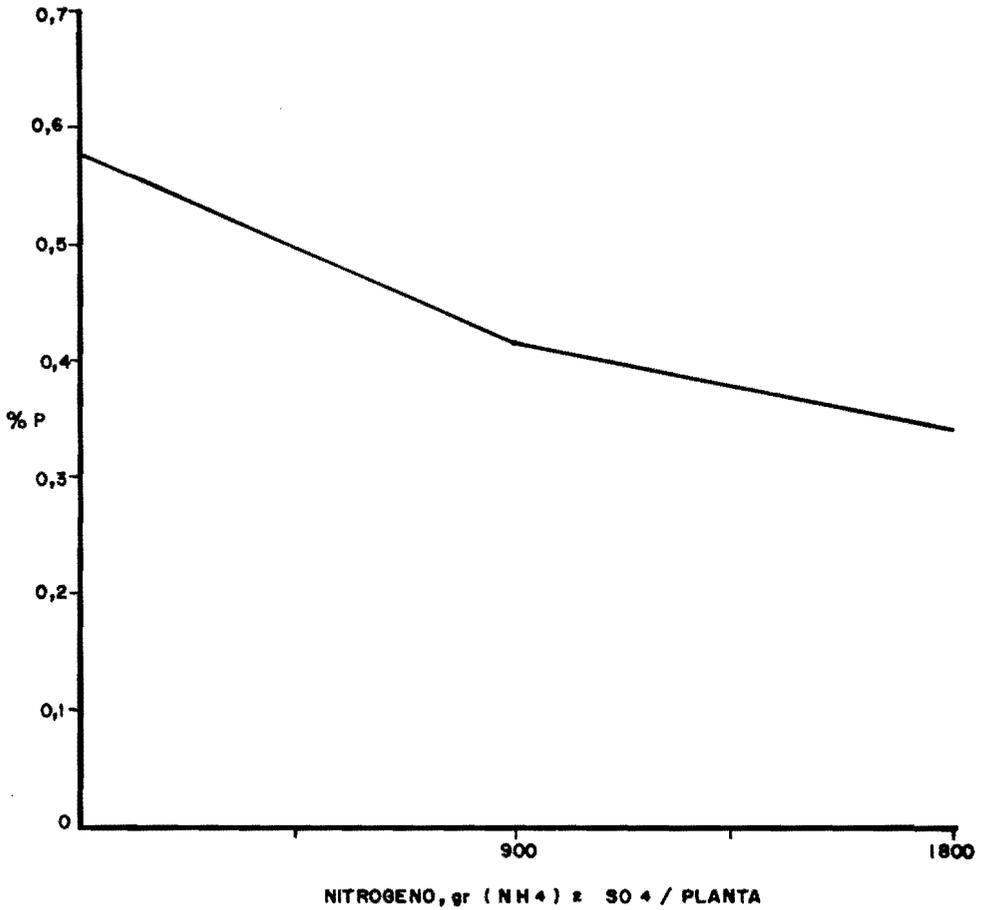


FIGURA 2. Relación entre los diferentes niveles de nitrógeno aplicados y el contenido promedio de P en la cáscara del fruto.

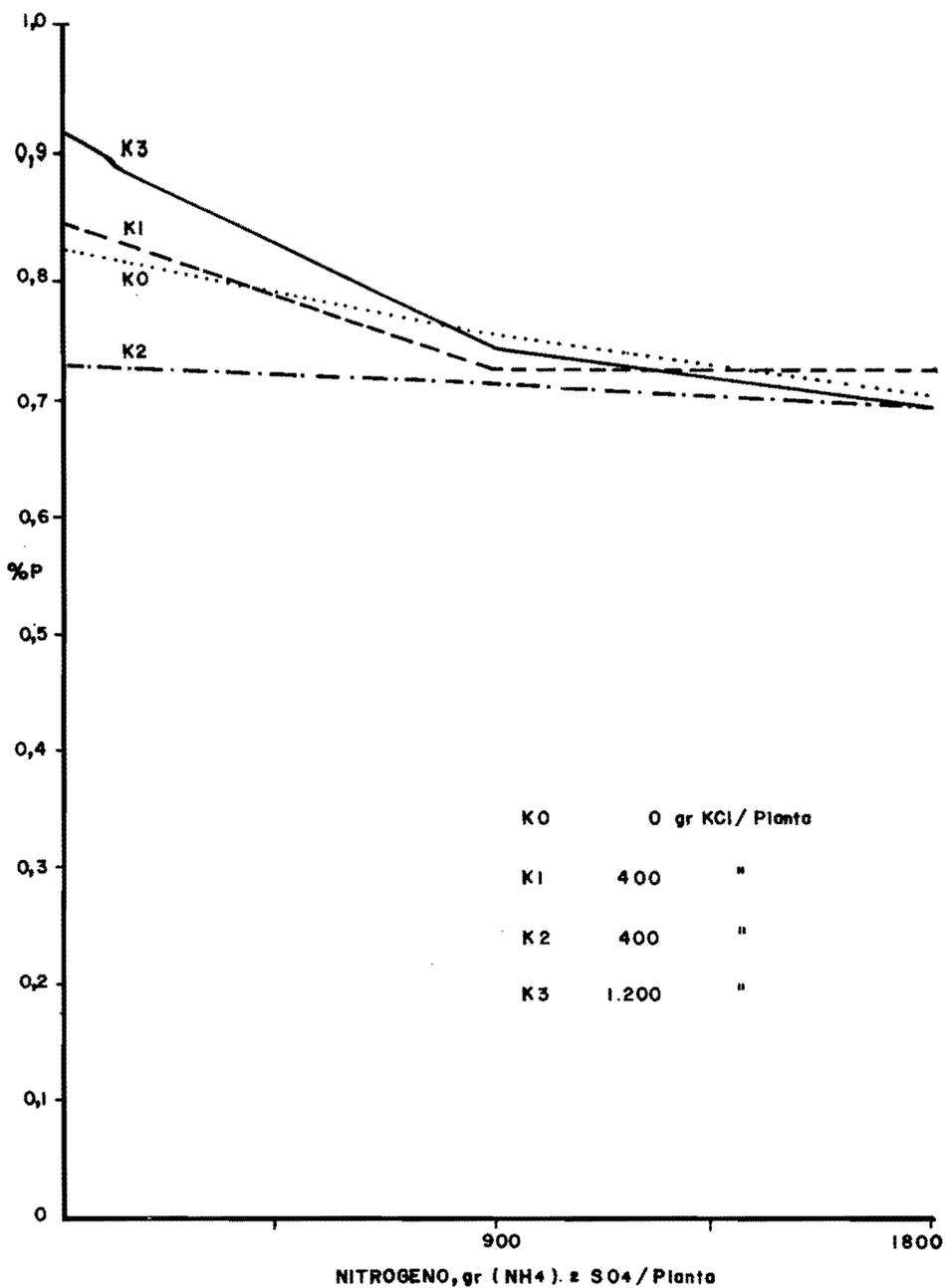


FIGURA 3. Efecto de la interacción entre el N y el K sobre el porcentaje de P en la pulpa del fruto.

DISCUSION

1. *Relación entre el N aplicado al suelo y la concentración de N, P, K en las hojas*

a) Para el primer muestreo, al aumentar el N en el suelo, aumentó el N foliar, tanto en la primera como en la tercera hoja. El nivel de N en la tercera hoja fué siempre superior al de la primera, lo cual está de acuerdo con las observaciones de Hewitt (11). La respuesta para el segundo muestreo fué similar a la del primero.

El segundo muestreo se realizó tres meses y medio después de aplicar la primera dosis de fertilizante y puede notarse que el nivel de N foliar es menor que el del primer muestreo. Quizás esto se deba a la competencia con las plantas hijas o al estado de desarrollo de la planta madre.

El tercer muestreo se realizó un mes y medio después de la segunda aplicación de fertilizante. El N foliar fué algo mayor que en el segundo muestreo, pero menor que en el primero.

b) Efecto del N en el suelo sobre el P foliar:

En el primer muestreo, la aplicación de N no parece afectar el nivel foliar de P. En el segundo y tercer muestreo, el P foliar parece disminuir ligeramente al aumentar la aplicación de N al suelo.

c) Efecto del N en el suelo sobre el nivel foliar de K:

Al aumentar la cantidad de N aplicado al suelo, el nivel foliar de K, particularmente en la tercera hoja, disminuye. En el tercer muestreo, que se hizo después de aplicar 1/2 dosis de N y 3/4 de dosis de K, los niveles foliares de K fueron más altos.

2. *Relación entre N aplicado al suelo y rendimiento*

La aplicación de 150 KgsN/Ha produjo un aumento en el peso promedio de los racimos y en el rendimiento /Ha/mes. La aplicación de 300 Kgs/Ha no afecta el peso promedio del racimo y el rendimiento por hectárea tiende a disminuir.

3. *Relación entre el nivel foliar de N y el rendimiento*

La concentración foliar de N relacionada con un rendimiento óptimo depende del estado de desarrollo de la planta. Para la primera hoja una concentración de alrededor de 3,2 por ciento parece ser adecuada durante las diferentes etapas de desarrollo. Para la tercera hoja la concentración parece ser ligeramente más alta, alrededor de 3,6 por ciento.

4. *Relación entre el P aplicado al suelo y la concentración de N, P, K en las hojas*

La aplicación de P al suelo no parece afectar los niveles foliares de N, P, K en ninguna de las etapas de desarrollo de la planta.

5. *Relación entre P aplicado al suelo y el rendimiento*

La aplicación de P al suelo no parece afectar el peso promedio de los racimos ni la producción por hectárea/mes, probablemente porque los suelos no son deficientes en P.

6. *Relación entre el nivel foliar de P y el rendimiento*

Las concentraciones foliares de 0,20 a 0,27 por ciento de P parecen indicar un estado nutricional adecuado en la planta, por lo que la aplicación de P al suelo en estas condiciones no afectaría el rendimiento.

7. *Relación entre el K aplicado al suelo y la concentración foliar de N, P, K*

a) Efecto del K en el suelo sobre el N en la hoja:

Para el primer muestreo, la aplicación de K no parece afectar la concentración foliar de N. Para el segundo muestreo el N foliar parece disminuir al aumentar la aplicación de K. Para el tercer muestreo no parece haber efecto del K sobre el N foliar, quizá ésto sea debido a que mes y medio antes se había hecho la última aplicación de fertilizante, estabilizándose probablemente la cantidad de N foliar.

b) Efecto del K en el suelo sobre el nivel de P en la hoja:

La aplicación de K no parece influir los niveles foliares de P.

c) Efecto del K en el suelo sobre el nivel de K en la hoja:

Para el primer muestreo, el K foliar aumentó al aumentar el K en el suelo. Lo mismo se observa para el segundo y tercer muestreo. En general el contenido de K de la primera hoja es superior al de la tercera. Se observa, además, que el contenido más bajo de K foliar, en los tres muestreos, corresponden a una aplicación de 200 KgsK/Ha. No tenemos una explicación para este hecho.

8. *Relación entre el K aplicado al suelo y el rendimiento*

Los incrementos de K en el suelo produjeron pequeños aumentos en el peso promedio del racimo, pero aumentos significativos en el rendimiento /Ha/mes. Los incrementos obtenidos al aplicar 400 y 600 Kgs K/Ha fueron inferiores al obtenido para 200 KgsK/Ha.

9. *Relación entre el nivel foliar y el rendimiento*

Al igual que con el P, el efecto de la aplicación de K sobre el K foliar fué escaso; parece que el K disponible en el suelo es adecuado. Esto indicaría que niveles foliares de 3,0 a 4,0 por ciento de K son adecuados para obtener un buen rendimiento.

10. *Efecto de la fertilización sobre la composición del fruto*

La aplicación de N.P.K al suelo no reveló diferencias significativas en el contenido de N en la pulpa y en la cáscara del plátano. Es decir, no existieron efectos diferenciales entre los tratamientos aplicados en

cuando al contenido de N en la pulpa y en la cáscara. La concentración de P en la pulpa dependió de los niveles de N y K aplicados al suelo. Es decir, hubo interacción entre N y K en cuanto al contenido de P en la pulpa del plátano. Independientemente de cualquier otro factor, la aplicación de N al suelo ocasionó diferencias significativas en el contenido de P en la cáscara del plátano.

Los distintos tratamientos aplicados no causaron diferencias significativas en la cantidad de K en la pulpa y en la cáscara.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a J.J. Villasmil su ayuda en el estudio estadístico de los datos de N, P, K en cáscara y pulpa del fruto de plátano. También a Néstor Amesty, José González Polanco, Alfredo Romero y Argenis Mories su colaboración en varias etapas del trabajo.

LITERATURA CITADA

1. BAIRD-ATOMIC. Flame photometer instruction manual for model KY-1. Baird-Atomic, Inc., Cambridge, Massachusetts, USA. (1963).
2. BATTIKHAH, G. and KALIDY, R., Effect of three levels of N on the inorganic composition and growth of the banana. *Publ. Fac. Agr. Sci. Amer. Univ. Beirut* 17: 1-15 (1962). (Original no consultado, resumido por S.R. Freibert, *Banana Nutrition*, p. 77-100, en N.F. Childers, ed., *Nutrition of Fruit Crops. Temperate Subtropical, Tropical. Rutgers, The State University. New Brunswick, N. J., USA.* (1966).
3. BHANGOO, M.S., ALTMAN, F.G. and KARON, M.L., Investigations on the Gran Cavendish Banana. I. Effect of N, P, and K on fruit yield in relation to nutrient content of soil and leaf tissue in Honduras. *Trop. Agr. Trin.*, 39: 189-201 (1962).
4. BIDNER-BARHAHA, N., and RAVIKOVITCH, S. The influence of various soils on the mineral composition of banana leaves. *Ktawim* 8: 255-272 (1958) (Original no consultado, resumido por S.R. Freiberg, *Banano Nutrition*, p. 77-100 en N. F. Childers, ed., *Nutrition of Fruit Crops. Temperate, Subtropical, Tropical. Rutgers, The State University. New Brunswick, N. J. USA.* (1966).
5. BOULD, C. Leaf analysis as a diagnostic method and advisory aid in crop nutrition. *Expt. Agric.* 4: 17-27 (1968).
6. BRZESOWSKY, W. J., and VAN BIESEN, J. Foliar analysis in experimentally grown Lacatan bananas in relation to leaf production and bunch weight. *Neth. J. Agr. Sci.* 10: 118-236 (1962).
7. CALDAS, F.E., y MARTINEZ, F.F.T. Plátanos, fertilización y técnicas de cultivo en Canarias. *Acta Salamencicensis, Ser. Cienc.* 5: 353-372 (1962). (Original no consultado, resumido por S.R. Freiberg, *Banana Nutrition*, p. 77-100, en N.F. Childers, ed., *Nutrition of Fruit Crops. Temperate, Subtropical, Tropical. Rutgers, The State University. New Brunswick, N.J., USA* (1966).
8. CARO-COSTAS, R., ABRUÑA, F. y VICENTE - CHANDLER, J., Response to fertilization of strip-cultivated plantains growing on a steep latosol in the Humid Mountain Region of Puerto Rico, *J. Agr. Univ. P.R.* 48 (4): 312-317 (1964).
9. DUMAS, J. Controle de nutrition de quelques bananeraies dans trois territoires Africains. *Fruits* 15: 277-290 (1960).
10. DUMAS, J. y MARTIN - PREVEL, P. Controle de nutrition des bananeraies en Guinée. *Fruits* 13: 375-386 (1958).

11. HEWITT, C.W. Leaf analysis as a guide to the nutrition of bananas. *Emp. J. Exp. Agr.* 23: 11-16 (1955).
12. HEWITT, C.W. and OSBORNE, R.E. Field studies on leaf analysis of Lacatan bananas as a guide to the nutrition of the plant. *Emp. J. Exp. Agr.* 30: 249-256 (1962).
13. HO, C.T., Estudio de la correlación entre los rendimientos en frutos y el contenido de potasio en las hojas del banano. *Fertilité No. 33*, 19-29. (1962).
14. KJEWSKI, J. Estudio agrológico semidetallado y de clasificación de tierras con fines de drenaje, zona sur del Lago de Maracaibo, región del río Chama. Dirección de Obras Hidráulicas. MOP. *El Vigía*. (1969).
15. MARTIN - PREVEL, P. Les elements minéraux dans le bananier et dans son regime. *Fruits* 17: 123-128 (1962).
16. MULLER, L. Un aparato micro Kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materiales vegetales. Universidad del Zulia. Maracaibo (1963).
17. MURRAY, D.B., The effect of deficiencies of the mayor nutrients on growth and leaf analysis of the banana. *Trop. Agr. Trin.* 37: 97-106. (1960).
18. MURRAY, D.B., Shade and fertilizer relations in the banana. *Trop. Agr. Trin.*, 38: 123-132 (1961)
19. MURRAY, D.B., Shade and fertilizer relations in the banana. *Trop. Agr. Trin.* 38: 123-132 (1961).
20. SANABRIA, O. y MILLAN, M.A., Características de la producción de plátanos en la zona Sur del Lago de Maracaibo; particularmente en el sector de Caño Blanco. Fondo de Desarrollo Frutícola, Caracas, 1971.
21. UMBREIT, W.W., BURRIS, R.H. y STAUFFER, J.F. *Manometric Techniques of Tissue Metabolism*, pág. 190, Burgess Publishing Co., Minneapolis, Minnesota, U.S.A. 1949.
22. WILDE, S.A. VOIGT, G.K. e IYER, J.G., *Soil and Plant Analysis for Tree Culture*, p. 152, Oxford Publishing House, Calcutta, India, 1964.