

Efecto del potasio, calcio y magnesio sobre las variables componentes del rendimiento en el banano (*Musa* AAA subgrupo Cavendish clon Gran Enano)¹

Effect of potassium, calcium and magnesium on yield components in banana tree (*Musa* AAA, Cavendish subgroup, Dwarf Great clone)

M. Moreno¹, L. Fernández¹, L. Sosa² y D. Esparza³

Resumen

Se estudió el efecto del K, Ca y Mg sobre las variables componentes del rendimiento del banano Cavendish, clon Gran Enano en la finca El Maizal, ubicada en la planicie aluvial del río Motatán, para lo cual se evaluaron las dosis de 166, 332 y 498 kg de K/ha/año, 0 y 285 kg de Ca/ha/año y, 0 y 120 kg de Mg/ha/año, con aplicación uniforme de 200 kg de N/ha/año. El diseño fue completamente aleatorizado con arreglo factorial 3x2x2. Se determinó la concentración de K, Ca y Mg en el suelo, peso/racimo, peso/mano, manos/racimo, dedos/mano, diámetro/dedo, longitud externa e interna de dedos, las correlaciones entre las concentraciones de K, Ca y Mg en el suelo y las variables evaluadas. La aplicación simple de K generó respuesta negativa en el peso/racimo y dedos/mano; la variable diámetro de dedo aumentó al incrementar la aplicación hasta 332 kg de K/ha/año; dosis mayores provocan una disminución en esta variable. No hubo efecto sobre el resto de las variables. El Ca generó respuestas positivas en el peso/racimo y peso/mano; el resto de las variables no mostraron respuestas. El Mg del suelo reflejó correlación negativa con peso/racimo y peso/mano; las demás variables no mostraron respuesta a este elemento. La aplicación combinada de K y Ca generó un efecto positivo en el peso/racimo y peso/mano a partir de la dosis de 332 kg de K/ha/año con 285 kg de Ca/ha/año, mientras que el diámetro disminuyó a partir de dicha dosis. Ninguna de las variables mostró respuesta a la aplicación

Recibido el 29-04-1999 ● Aceptado el 19-09-1999

1. Proyecto financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) N°. 02518-97.

2. Facultad de Agronomía, LUZ. Departamento de Edafología. Ciudad Universitaria, Maracaibo, Venezuela. E-mail: mmoreno65@mixmail.com

3. Facultad de Agronomía, LUZ. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Maracaibo, Venezuela.

4. Facultad de Agronomía, LUZ. Departamento de Estadística. Maracaibo, Venezuela.

conjunta de K con Mg. La aplicación combinada de K, Ca y Mg, afectó negativamente a las variables peso/mano, dedos/mano y diámetro de dedos, para la dosis de 498 kg de K/ha/año, 285 kg de Ca/ha/año y 120 kg de Mg/ha/año; el resto de las variables no presentaron respuestas.

Palabras clave: banano, fertilización, potasio, calcio, magnesio, componentes del rendimiento.

Abstract

The effect of K, Ca and Mg on yield component variables of the banana tree Cavendish, Dwarf Great clone in the El Maizal farm, located at the Motatán river alluvial plain, was studied. The doses of 166, 332 and 498 kg of K/ha/year, 0 and 285 kg of Ca/ha/year and, 0 and 120 kg of Mg/ha/year were evaluated, combined with an uniform application of 200 kg of N/ha/year. The design was totally randomized with factorial arrangement 3x2x2. The concentration of K, Ca and Mg in the soil, cluster weight, hand weight, hands by cluster, number by hand, finger diameter and external and internal longitude of fingers were determined. The correlation coefficient between soil nutrient concentration and variables studied was measured. Cluster weight and fingers number by hand responded negatively to K simple application; finger diameter increased when K application increased to 332 kg of K/ha/year; higher doses decreased significantly this variable. There were not effects on the other variables studied. The Ca generated positive responses in the cluster weight and hand weight; the other variables did not show responses. The soil Mg concentration showed negative correlation with the cluster weight and hand weight variables; the other variables didn't show significantly responses to this element. The combined dose of 332 kg of K/ha/year with 285 kg of Ca/ha/year generated a positive responses in the cluster weight and hand weight. Finger diameter decreased when applying higher doses than 332 kg de K/ha/year with Ca. There was not response to the combined application of K and Mg. When K doses accompanied with Ca and Mg increased, the variables hand weight, fingers numbers by finger diameter, decreased when applying 498 kg of K/ha/year with Ca and Mg; the other variables didn't show responses.

Key words: Banana tree, fertilization, potassium, calcium, magnesium, yield components

Introducción

Actualmente en la planicie aluvial del RíoMotatán, se encuentran en desarrollo empresas bananeras con el propósito final de comercializar el producto en los mercados

internacionales, para lo cual se requiere de plantaciones con altos rendimientos y alta calidad de frutos que permitan una mayor competitividad, por lo cual es

prioritario, entre otras cosas, suplir en forma adecuada al cultivo con los nutrientes requeridos para su óptimo desarrollo.

En vista de la importancia que tiene el potasio (K), además del nitrógeno, para el banano Cavendish, y su estrecha relación con el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), se ha indagado para establecer el efecto producido por la aplicación de K, Ca y Mg sobre los componentes del rendimiento en este cultivo, los cuales de manera directa, determinan la producción y la calidad del fruto obtenido.

Normalmente en el banano Cavendish, el peso del racimo se ubica entre 31-34 kilogramos, el número de manos por racimo entre 9-11, el número de dedos por mano entre 12-13. El diámetro y largo de los dedos, se ubican entre 3-5 cm y 16-25 cm respectivamente (10). Estos valores son afectados por la disponibilidad de nutrientes para el cultivo; en este orden de ideas, Hewitt (6) y Murray (9), reportaron correlaciones positivas entre el K del suelo con el peso del racimo y el número de manos por racimo. En otras ocasiones (7), una reducción de la disponibilidad de este elemento, origina reducción del peso del racimo hasta en 80% y el diámetro de dedos. Así mismo, en Panamá, Rodríguez (7), observó en el clon Gran Enano un aumento en el peso del racimo, número de manos por racimo y longitud de los dedos con aplicaciones superiores a 450 kg de K_2O /ha/año; en

tanto que Bayona (2), obtuvo el mejor peso del racimo con 448 kg de K_2O aplicados seis veces al año, utilizando como fuente el cloruro de potasio.

En cuanto al efecto del Ca y el Mg, Haddad (4), en sus trabajos en banano Cavendish en Aragua, Venezuela, reportó una correlación negativa entre el Mg del suelo y las variables peso de racimo y número de manos por racimo. También señaló la existencia de una correlación positiva entre el calcio, el peso del racimo, número de manos por racimo y número de dedos por racimo.

La fertilización con N, P y K del clon Gran Enano, llevada a cabo en Costa Rica por Herrera (5), mostró que la aplicación de 300 kg/ha/año de N y P_2O_5 con 600 kg de K_2O /ha/año generó el más alto peso promedio del racimo (29,81 kg). Así mismo, el menor peso del racimo, lo obtuvo aplicando 300, 150 y 800 kg/ha /año de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente.

El propósito de esta investigación es establecer los niveles de aplicación de K, Ca y Mg que permitan lograr un equilibrio en las concentraciones de los mismos en el sistema suelo-planta, para garantizar la suplencia adecuada de estos nutrientes al cultivo del banano, y consiguientemente, mejorar los factores componentes del rendimiento, entre los que se cuenta el peso del racimo, peso de la mano, número de manos por racimo, número de dedos por mano y tamaño de los dedos.

Materiales y métodos

La experimentación se llevó a cabo en una plantación (1800-2000 plantas/ha) libre de ataques severos de enfermedades y plagas de banano Cavendish, clon Gran Enano, en la finca "El Maizal" ubicada en la planicie aluvial del río Motatán, en el municipio Sucre del estado Trujillo, Venezuela. Según Ewel y Madriz (3), la zona de vida se clasifica como bosque seco tropical, con régimen de humedad del suelo "Ústico".

El área experimental se ubicó en un suelo Vertic Ustropept con textura entre arcillo limosa a franco limosa, pH (1:2) entre 7,3 - 7,7, conductividad eléctrica (C.E.x10³ 1:2) de 0,2-0,5 dS.m⁻¹. El análisis físico-químico mostró valores de 23 ‰ de C.O., 13,0 - 14,0 mg.kg⁻¹ de P, 0,2 cmol K⁽⁺⁾.kg⁻¹, 13,0 cmol ½ Ca⁽²⁺⁾.kg⁻¹ y 13,0-14,0 cmol ½ Mg⁽²⁺⁾.kg⁻¹.

Se hizo seguimiento a un ciclo de producción desde su estado de desarrollo inicial o "hijo de producción" con una altura entre 0,8 - 1,0 m hasta el momento de la cosecha, aplicándose todas las prácticas agronómicas requeridas por el cultivo.

Se fertilizó en forma uniforme con 200 kg N/ha/año, y se probaron los niveles de 166, 332 y 498 kilogramos de K por hectárea por año (kg de K/ha/año), 0 y 285 kg de Ca/ha/año y 0 y 120 kg de Mg/ha/año. El N se fraccionó

en seis partes por año (aplicaciones bimensuales) y el K, Ca y Mg en dos: una primera aplicación al hacer el montaje del ensayo, y la segunda cuatro meses después.

Para el análisis físico-químico del suelo, se muestreó al momento de la floración a una profundidad de 30 cm. Se determinó la concentración (cmol⁽⁺⁾.kg⁻¹) de K, Ca (fotometría de llama), Mg (titulación con EDTA) (1).

Cuando los frutos llegaron a su madurez fisiológica, se cosecharon los racimos, se pesaron y desmanaron para determinar las variables peso/racimo (kg), peso/mano(kg), número de manos/racimo, número de dedos/mano y tamaño de los dedos, medido como longitud externa y longitud interna de los dedos (cm), para referir la parte convexa y cóncava del fruto respectivamente y grosor de los dedos medidos como diámetro (cm). Además se midieron las correlaciones existentes entre el K, Ca y Mg del suelo y dichas variables.

El diseño estadístico empleado fue completamente aleatorizado, con arreglo de tratamientos en factorial completo (3x2x2), con cinco repeticiones. La comparación de tratamientos se hizo a través de la prueba de medias por mínimos cuadrados (LSMeans).

Resultados y discusión

Efecto del potasio sobre los componentes del rendimiento del banano. Las variables peso de racimo

y número de dedos por mano mostraron respuestas negativas (P = 0,03) a las aplicaciones simples de K

(figuras 1 y 4); mientras que el diámetro de dedos respondió positivamente ($P = 0,01$) a las aplicaciones de este elemento hasta la dosis de 332 kg de K/ha/año; aplicaciones por encima de este valor generaron respuestas negativas ($P = 0,05$). Por otro lado, las variables peso de mano, manos por racimo y longitud externa e interna de dedos no mostraron respuestas significativas.

Es importante afirmar que la mayoría de las variables componentes del rendimiento presentaron respuestas negativas o no presentaron respuestas a las aplicaciones de K, excepto la variable diámetro de dedos. Aparentemente la planta tiene bien suplido sus requerimientos con la mínima dosis de K (166 kg de K/ha/año) y aplicaciones por encima de ésta pudieran estar generando un consumo de lujo, efectos osmóticos negativos en el ciclo del cultivo o bien provocando desbalances nutritivos, particularmente aquellos asociados con el Ca y Mg, induciendo desórdenes fisiológicos en el vegetal, que se traducen en una reducción de estas variables por una translocación imperfecta de carbohidratos o de alguno de los tres elementos antes citados.

Por otra parte, no se encontraron correlaciones significativas entre la concentración de K en el suelo y las variables evaluadas.

Efecto del calcio sobre los componentes del rendimiento del banano. La aplicación de Ca generó un efecto positivo sobre las variables peso de racimo ($P=0,05$) y peso de mano ($P=0,01$) (figuras 1 y 2), mientras que las variables número de manos por racimo, diámetro de dedos, dedos por

mano y longitud externa e interna de dedos, no respondieron a la aplicación de este elemento. Consecuentemente, los tratamientos que registraron mayor peso de racimo presentaron mayor peso de mano.

Por otro lado, la concentración de Ca en el suelo no reflejó correlación significativa con las variables analizadas anteriormente.

Efecto del magnesio sobre los componentes del rendimiento del banano. En líneas generales, las variables evaluadas, reflejaron una tendencia a disminuir con las aplicaciones de Mg; sin embargo, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas. Este comportamiento, posiblemente obedece a que la concentración inicial de Mg en el suelo ($14,0 \text{ cmol } \frac{1}{2}\text{Mg}^{2+}\text{kg}^{-1}$), se encontraba en una concentración relativamente alta con respecto al Ca (1:1 y hasta 0,8:1 para Ca : Mg), lo cual significa que había una concentración de Mg suficiente para suplir los requerimientos del cultivo, no obteniéndose respuestas a su aplicación, por el contrario, la aplicación de este elemento puede tender a acentuar más la diferencia entre el Ca y el Mg en el suelo, induciendo desbalances nutritivos que afectan la absorción de nutrientes por la planta. Esta situación concuerda con la encontrada por los investigadores Moreau y Robin (8), en Jamaica, en sus trabajos con el clon Lacatán, donde reportaron que las variables de producción y calidad del fruto estudiadas, mostraron respuestas bajas y otras nulas, a la aplicación de Mg.

El peso de racimo y el peso de

mano presentaron correlación negativa significativa ($P = 0,05$) y altamente significativa ($P < 0,01$), respectivamente, con la concentración de Mg en el suelo. Posiblemente, este fenómeno obedece a las relaciones antagónicas normalmente existentes entre el Mg y el Ca, por lo que al aumentar la concentración del primero en el suelo, afectaría negativamente la disponibilidad de Ca para la planta, por ende, afectando peso de racimo y peso de mano.

El resto de las variables no presentó correlación significativa con la concentración de Mg en el suelo.

Efecto de las Interacciones entre el Potasio, Calcio y Magnesio sobre la Producción y Calidad del Fruto. Al analizar los resultados obtenidos para el peso de racimo y el peso de mano cuando se aplica en forma combinada K con Ca, se observa un incremento significativo ($P = 0,01$) a partir de la dosis de 332 kg de K/ha/año con 285 kg de Ca/ha/año (figuras 1 y 2); mientras que las variables manos por racimo, dedos por mano y longitud externa e interna de dedos no mostraron respuestas.

Por otro lado, el diámetro de dedos generó respuesta positiva hasta la dosis de 332 kg de K/ha/año y 285 kg de Ca/ha/año; combinaciones con dosis de K por encima a la anterior provocaron una disminución en dicha variable (figura 6).

El análisis estadístico en

cuanto al efecto de la aplicación combinada de K con Mg no generó respuesta significativa para ninguna de las variables evaluadas (figuras 1 al 6). Resultados similares se encontraron para la aplicación combinada de Ca con Mg.

La aplicación combinada de K con Ca y Mg afectó negativamente sólo a las variables peso de mano ($P = 0,04$), dedos por mano ($P = 0,04$) y diámetro de dedos ($P = 0,01$), para la dosis de 498 kg de K/ha/año, 285 kg de Ca/ha/año y 120 kg de Mg/ha/año (figuras 2, 4 y 6); en tanto que el resto de las variables no mostraron respuestas significativas.

Es importante notar que en la fertilización con K, Ca y Mg, las combinaciones asociadas al Ca originaron efectos positivos en la mayoría de los casos sobre las principales variables componentes del rendimiento; en tanto que aquellos tratamientos asociados con aplicaciones de Mg tendieron a generar efectos negativos. Esta situación conduce a pensar que la aplicación de Mg, en cualquiera de sus combinaciones, promueve un desbalance en la relación K:Ca:Mg del suelo, afectando la absorción adecuada de nutrientes por la planta; por ende, al aplicar Ca, se mejora o reestablece dicho equilibrio, originando efectos positivos en la nutrición del cultivo, y por consiguiente, en su rendimiento.

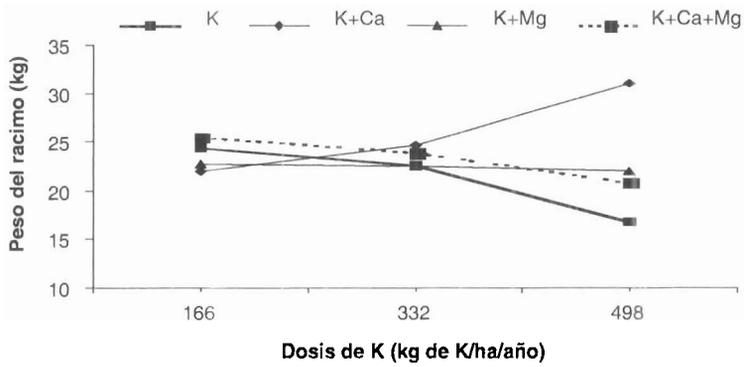


Figura 1. Efecto de la aplicación simple y combinada de K, Ca y Mg sobre el peso promedio del racimo (kg).

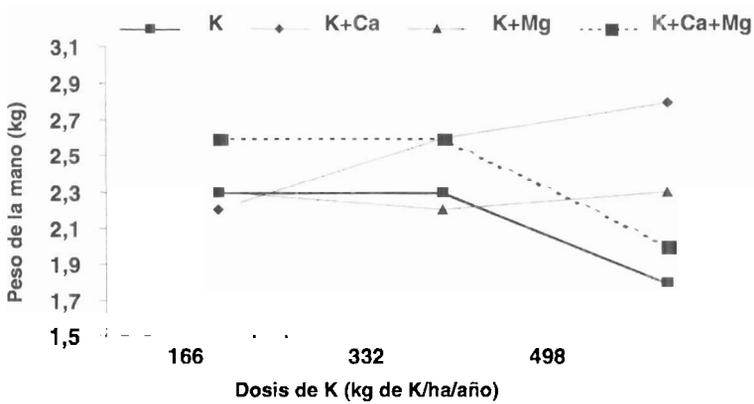


Figura 2. Efecto de la aplicación simple y combinada de K, Ca y Mg sobre el peso promedio de mano

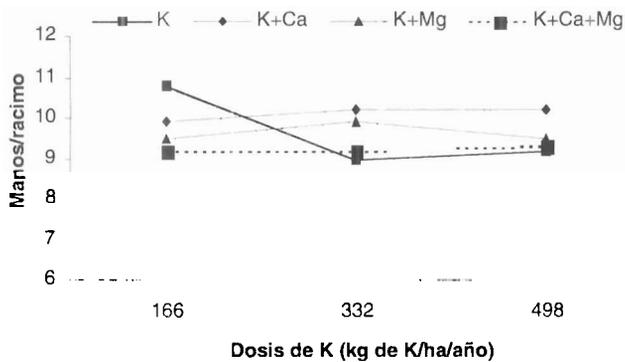


Figura 3. Efecto de la aplicación simple y combinada de K, Ca y Mg sobre el número promedio manos por racimo.

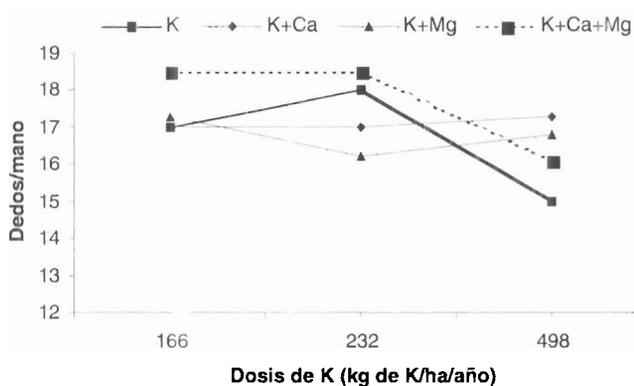


Figura 4. Efecto de la aplicación simple y combinada de K, Ca y Mg sobre el número de dedos promedio por mano.

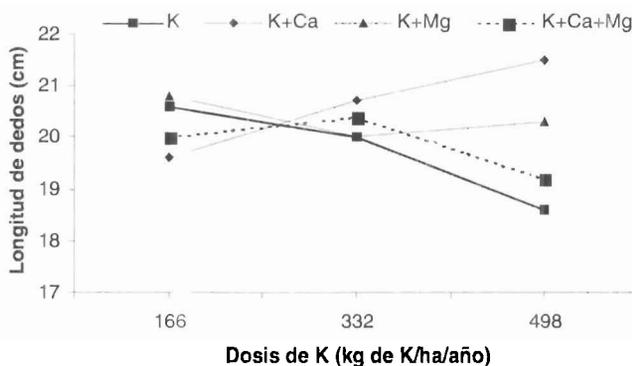


Figura 5. Efecto de la aplicación simple y combinada de K, Ca y Mg sobre la longitud promedio de los dedos

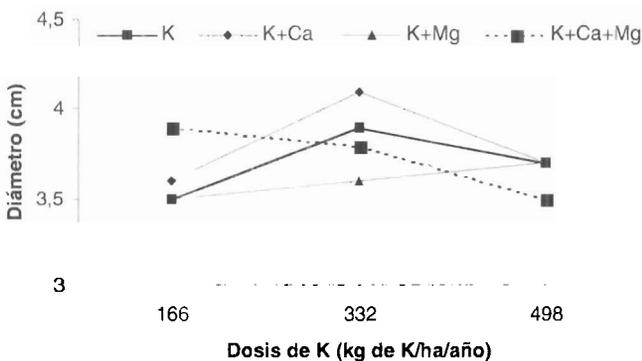


Figura 6. Efecto de la aplicación simple y combinada de K, Ca y Mg sobre el diámetro promedio los dedos

Conclusiones y recomendaciones

La aplicación individual de K generó una disminución en peso de racimo y número de dedos por mano, mientras que el diámetro de dedos mostró efectos positivos hasta la dosis de 332 kg de K/ha/año, para luego registrar una disminución al incrementar dicha aplicación. El resto de las variables no mostraron respuestas significativas.

El análisis individual del efecto del Ca, señala que la aplicación de este elemento provocó respuestas positivas sobre el peso de racimo y peso de mano; en tanto que el resto de las variables no presentaron respuestas. Por su parte, el análisis estadístico del efecto del Mg, no reflejó diferencias significativas para las variables analizadas.

La combinación de K con Ca generó efectos positivos sobre el peso de racimo y peso de mano a partir de la aplicación de 498 kg de K/ha/año con 285 kg de Ca/ha/año, no encontrándose respuestas significativas en las otras variables. Por otro lado, para la combinación de K con Mg no se

observaron efectos significativos en ninguna de las variables estudiadas.

La aplicación de Mg conjuntamente con K y Ca, posiblemente promueva desbalances en las concentraciones de esos tres elementos en el suelo, en vista de que originalmente la concentración del primero se encontraba relativamente alto con respecto al Ca, induciendo efectos negativos en la absorción de nutrientes por el cultivo. De esta forma, la aplicación de Ca, mejora dicho balance, favoreciendo la absorción en cantidades adecuadas de los nutrientes requeridos por la planta, generando entonces efectos positivos sobre las variables del rendimiento.

El efecto del K, Ca y Mg no puede evaluarse en forma aislada debido a sus interrelaciones, por lo que se recomienda profundizar en los aspectos descritos en este trabajo, para detallar aun más la naturaleza y el efecto de éstas interrelaciones sobre la planta, con el fin de crear bases que permitan fijar estrategias de fertilización.

Literatura citada

1. Association of Official Agricultural Chemists. 1965. Official methods of analysis. 957p.
2. Bayona, R. 1983. Correlación lineal entre fertilización N P K y la cantidad de cajas de banano en Draba. Augura. 9 (2) : 21 - 23.
3. Ewel J, Madriz A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. MAC. 275 p.
4. Haddad, O. 1994. Nutrición y predicción en cultivos intensivos de banano en los Valles de Aragua. Apuntes Técnicos Palmaven. 4: 21-53.
5. Herrera, W. 1983. Respuesta del cultivo del banano del subgrupo Cavendish, clon Gran Enano, a la fertilización con dos dosis de nitrógeno, fósforo y tres de potasio. Asbana. 19 : 28 - 30.
6. Hewitt, C. 1955. Leaf analysis as guide to the nutrition of bananas. Emp. J. Exp. Agric. 19:28-30

7. Lahav, E y Turner D. 1989. Nutrición del banano. Instituto Internacional de la Potasa e Instituto de la Potasa y el Fósforo. 65 p.
8. Moreau, B y Robin, J. 1972. Un essai de fumure potassique et magnésienne sur bananier Americani a la station d'Ivoloina, Madagascar. *Fruits*. 27 (9): 595 - 602.
9. Murray, D. 1960. The effect of deficiencies of the major elements in the banana. *Tropical Agriculture*. 37: 97-106.
10. Soto, M. 1991. Bananos, cultivo y comercialización. V. Siembra y operaciones del cultivo. Lit. E Imp. LIL. 3^{ra}. 480 p.