

Respuesta de la majagua (*Hibiscus elatus* Sw.) a la fertilización NPK en diferentes suelos. I. suelo ferralítico rojo

Gui Iermina Hernández y Celia A. Alonso. Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Cuba

RESUMEN

Se evaluaron los contenidos de N, P, K, Ca y Mg en las raíces y el follaje de plántulas de *Hibiscus elatus* Sw. cultivados durante 112 días en suelo rojo ferralítico al que se aplicaron tres niveles de N (0, 100 y 200 mg) 2 de P (0 y 100 mg) y 2 de K (0 y 100 mg). La adición de N incrementó en general los contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, mientras que el suministro de P no produjo variaciones apreciables en estos nutrientes con excepción del magnesio que aumentó su contenido. El K añadido no produjo cambios sustanciales en los valores de nitrógeno, fósforo y potasio y provocó una ligera disminución de los tenores de calcio y magnesio. El N, K y Ca, al parecer se absorben y trasladan de forma rápida hacia las partes aéreas de la planta. Con excepción del magnesio el mayor tenor mineral se registró en el follaje. Se encontró una respuesta favorable a la aplicación de 100 mg de NK respectivamente, en términos de los nutrientes analizados, y no se halló respuesta a la fertilización fosfórica. Se sugiere para las condiciones donde fue realizado el experimento la aplicación de 100 mg de N y K respectivamente, y profundizar en los requerimientos nutricionales de esta especie.

ABSTRACT

The contents of N, P, K, Ca and Mg in roots and shoots of *H. elatus* seedlings grown for 112 days on red ferralitic soil with 3 levels of N (0, 100 and 200 mg), 2 of P (0 and 100 mg) and 2 of K (0 and 100 mg) added were determined. The addition of N in general increased the contents of nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium while P addition did not lead to any visible variation of these nutrients except for magnesium which content was increased. The added K did not substantially changed the contents of nitrogen, phosphorus or potassium but slightly decreased the contents of calcium and magnesium. N, K and Ca seems to be uptaken and translated in a rapid way to the upper parts of the plants. Except for magnesium, the greater content of minerals was found for the shoots. A good answer to the addition of 100 mg of N and of K were found, in terms of the nutrients analyzed and no answer to phosphoric fertilization could be established. The addition of 100 mg of N and of K is recommended for the conditions in which the experiment was carried out and the necessary profundization into the nutritional requirements of this species is pointed out.

INTRODUCCIÓN

Desde 1959 se inició en Cuba un vasto plan de reforestación que se ha intensificado en los últimos años por la importancia económica que ello representa para el país.

Una de las especies que se ha venido utilizando en los programas de repoblación forestal en nuestro país es *Hibiscus elatus* Sw. Esta es una planta que abunda de forma natural en Cuba (Ponce de León, 1945) y que por su madera constituye un forestal valioso en las plantaciones. Algunos autores han realizado estudios sobre la productividad primaria y la germinación de esta especie, Sagué (1976) y López (1981) respectivamente. También se ha reportado el efecto de materiales de cubierta sobre la germinación y supervivencia de *H. elatus* (Maresma y Cárdenas, 1981) y el aporte de materia orgánica y nutrientes al suelo mediante la hojarasca de *Hibiscus* sp. (Geigel,

1977).

La obtención de plántulas bien desarrolladas que garanticen un alto porcentaje de supervivencia en las plantaciones constituye el aspecto de mayor interés en los viveros forestales. Con el propósito de contribuir a este objetivo Herrera y cols. (resultados no publicados) estudiaron la influencia de la fertilización NPK sobre el crecimiento y las características micorrízicas de *H. elatus* Sw cultivado en tres suelos diferentes. Como complemento de este estudio nos propusimos analizar las variaciones del contenido mineral de esta especie bajo el efecto de la fertilización empleada y su posible relación con el crecimiento y desarrollo de la misma. En este trabajo nos referimos solamente a los resultados obtenidos para el suelo rojo ferralítico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los tratamientos consistieron en diferentes combinaciones entre 3 niveles de N (0, 100 y 200 mg); 3 de P (0 y 100 mg) y 2 de K (0 y 100 mg) por kg de suelo, replicados 3 veces. Las fuentes de fertilizantes fueron nitrato de amonio, superfosfato simple y cloruro de potasio.

Las semillas de *H. elatus* (maja-gua) se escarificaron durante una hora en ácido sulfúrico concentrado y se pusieron a germinar a razón de 100 semillas por placa. Después de estas germinaron se seleccionaron plántulas homogéneas y se trasplantaron en bolsas de polietileno que contenían un kg de suelo ferralítico rojo (Instituto de Suelos, 1973) cuyas características químicas aparecen en la tabla 1.

El fertilizante fosfórico se mezcló con el suelo antes de llenar las bolsas. El N y K se añadieron

en solución efectuando cinco aplicaciones con intervalos de 15 días. La primera fertilización se efectuó a los 30 días de trasplantadas las semillas germinadas y a los 112 días se efectuó el muestreo, en el cual se separaron las partes aéreas de las raíces.

Las muestras se secaron en una estufa a 70°C; fueron molidas, tamizadas por 1 mm y almacenadas a temperatura ambiente.

Se determinaron los contenidos de N, P, K Ca y Mg en la raíz y el follaje según R.S. Herrera y Cols. (1980) y el análisis de suelo se realizó de acuerdo con las técnicas que se siguen en el Laboratorio de Servicios Científico-Técnicos del Centro de Investigaciones Forestales. Todos los análisis se efectuaron por duplicado y los resultados se expresan referidos al peso seco de la muestra.

RESULTADOS

Nitrógeno

En la raíz, el contenido de nitrógeno aumenta ligeramente con

la adición de este elemento para todas las combinaciones NPK. La adición de 100 mg de P, cuando no

se añade K, no provoca variaciones apreciables del contenido de nitrógeno en la planta con respecto al nivel 0 mg de P, mientras que en presencia de K se produce un ligero incremento del mismo. Por otro lado, la adición de 100 mg de K para 0 mg de P causa una ligera disminución del contenido de nitrógeno comparado con su homólogo en los tratamientos donde no se añadió K (figura 1.)

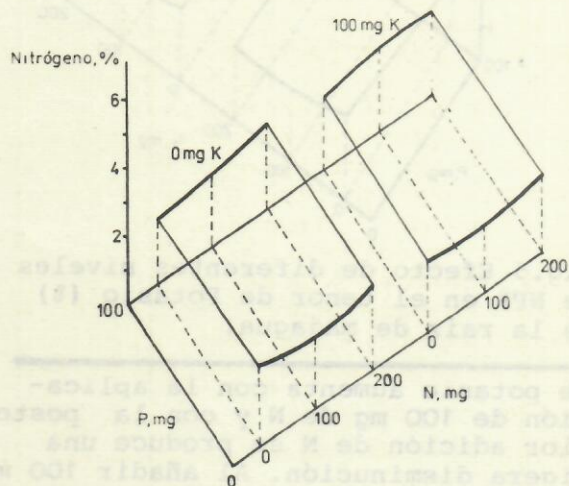


Fig.1 Influencia de la adición de diferentes dosis de NPK en el contenido de nitrógeno (%) de la raíz de majagua.

En el follaje aparece un comportamiento similar; aunque para valores superiores a 100 mg de N se aprecia un incremento más notable del tenor de este elemento en la planta, que se acentúa con la adición de 100 mg de K. La aplicación de 100 mg de P no produjo variaciones apreciables en el contenido de nitrógeno con respecto a las combinaciones en que no se adicionó dicho elemento. Por otro lado, la aplicación de 100 mg de K presentó la misma característica descrita para el fósforo (figura 2).

Al comparar las figuras 1 y 2 se observa un mayor tenor de N en el follaje comparado con la raíz.

Fósforo

Cuando no se añade K, en la raíz, para el nivel 0 mg de P el contenido de dicho elemento aumenta con la adición de N. Al suministrar P

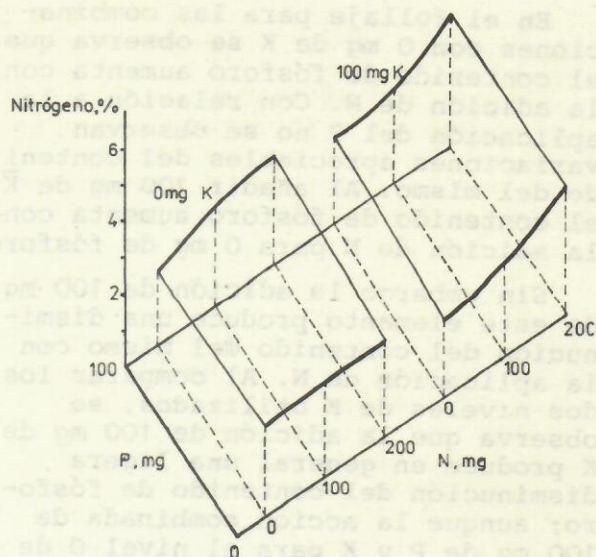


Fig.2 Comportamiento del nitrógeno (%) del follaje de majagua con distintas dosis de NPK.

se observa una ligera disminución del contenido con la aplicación de 200 mg de N. Al añadir K el contenido de fósforo se mantiene prácticamente constante con la adición de N. El suministro de 100 mg de fósforo no modifica apreciablemente su contenido en la planta con respecto al nivel 0 mg de dicho elemento. La adición de K provoca un pequeño incremento de la absorción del fósforo para todas las combinaciones utilizadas (figura 3).

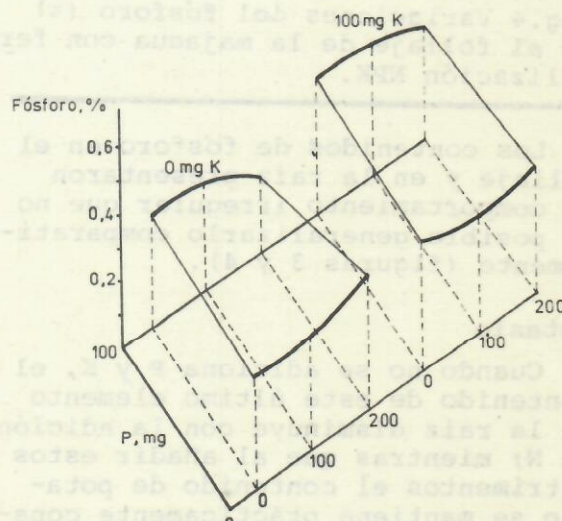


Fig.3 Fluctuaciones del fósforo (%) en raíz de majagua con fertilización NPK.

En el follaje para las combinaciones con 0 mg de K se observa que el contenido de fósforo aumenta con la adición de N. Con relación a la aplicación del P no se observan variaciones apreciables del contenido del mismo. Al añadir 100 mg de K, el contenido de fósforo aumenta con la adición de N para 0 mg de fósforo.

Sin embargo la adición de 100 mg de este elemento produce una disminución del contenido del mismo con la aplicación de N. Al comparar los dos niveles de K utilizados, se observa que la adición de 100 mg de K produce en general una ligera disminución del contenido de fósforo; aunque la acción combinada de 100 mg de P y K para el nivel 0 de N, produce el mayor tenor de fósforo (figura 4).

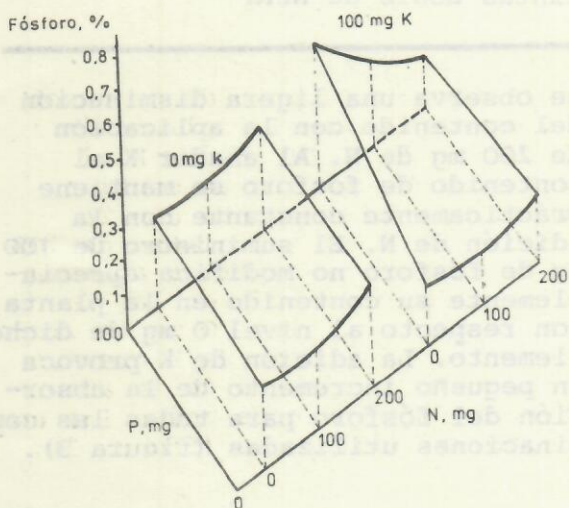


Fig. 4 Variaciones del fósforo (%) en el follaje de la majagua con fertilización NPK.

Los contenidos de fósforo en el follaje y en la raíz presentaron un comportamiento irregular que no es posible generalizarlo comparativamente (figuras 3 y 4).

Potasio

Cuando no se adiciona P y K, el contenido de este último elemento en la raíz disminuye con la adición de N; mientras que al añadir estos nutrimentos el contenido de potasio se mantiene prácticamente constante. Para el resto de las combinaciones el tenor de potasio aumenta con la fertilización nitrogenada. (figura 5).

En el follaje cuando no se fertiliza con K aparece un incremento de este elemento con la adición de N para todas las combinaciones NP, mientras que al añadir 100 mg de K en el nivel 0 mg de P el contenido

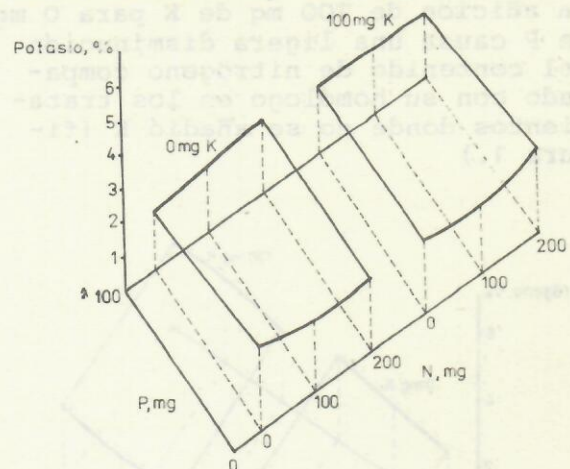


Fig. 5 Efecto de diferentes niveles de NPK en el tenor de Potasio (%) de la raíz de majagua.

de potasio aumenta con la aplicación de 100 mg de N y con la posterior adición de N se produce una ligera disminución. Al añadir 100 mg de P el contenido de potasio no varía apreciablemente con la adición de N. Al comparar las dos dosis de K utilizadas no se obtienen diferencias apreciables en los contenidos de este elemento para todas las combinaciones NPK (figura 6).

Los valores de potasio en el follaje son superiores a los encontrados en la raíz (figuras 5 y 6).

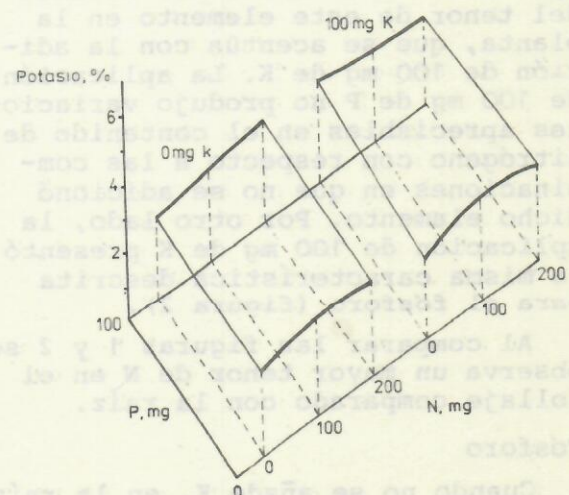


Fig. 6 Influencia de la fertilización NPK en el contenido de potasio (%) del follaje de la majagua.

Calcio

En la raíz, el calcio se incrementa con el aumento del N añadido para 0 mg de P y disminuye ligeramente cuando se añaden 100 mg de P en ambos casos sin utilizar K. Cuando se añaden 100 mg de K para el nivel 0 mg de P, el calcio aumenta con la aplicación de 100 mg de N y con la posterior adición disminuye. Cuando se añaden 100 mg de P, el tenor de calcio tiende a incrementarse con la aplicación superior de 100 mg de N (tabla 2).

En el follaje cuando no se añade K y para 0 mg de P, el contenido de calcio se incrementa con la adición de 100 mg de N y posteriormente disminuye. Al añadir 100 mg de P el calcio se incrementa con la adición de N (2,20 - 2,72 %).

Cuando se fertiliza con K y no se añade P el calcio aumenta con la adición de N; en cambio al añadir 100 mg de P disminuye ligeramente con la aplicación del N. En general, la adición de K produce una ligera depresión del calcio con respecto a las combinaciones donde no se aplicó este elemento (tabla 2).

De forma general el contenido de

calcio en el follaje es superior al encontrado en la raíz.

Magnesio

En la raíz el magnesio aumenta con la adición del N; aunque cuando no se añade P y K por encima de la aplicación de 100 mg de N aparece una disminución de su absorción (0,71 - 0,45 %). La adición de 100 mg de K causa en sentido general, una depresión en el contenido de magnesio con respecto al nivel 0 mg de dicho elemento (tabla 3).

En el follaje, el magnesio aumenta apreciablemente con la adición del N cuando no se añade K. Sin embargo, al aplicar este elemento, su contenido disminuye con la adición de N. El añadir 100 mg de P favoreció la absorción de Mg.

Por otro lado, la fertilización fosfórica incrementa el valor de magnesio para las dosis de N sin aplicar K, mientras que al aplicarlo se produce un ligero descenso. El potasio no produjo un efecto general en el contenido de magnesio (tabla 3).

El tenor de magnesio, en general es superior en la raíz con respecto al follaje (ver tabla 3).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las plantas latifoliadas han sido menos estudiadas que las coníferas, fundamentalmente porque estas últimas son las fuentes más importantes de madera y pulpa de los países de área templada, donde el desarrollo ha permitido un programa investigativo más amplio que los que han podido llevarse a cabo en las áreas tropicales (Coy, 1979).

La acción combinada del fósforo y el potasio favoreció la absorción del N; mientras que el potasio de forma independiente deprimió ligeramente la misma. Baule y Fricker en 1970 discutieron las relaciones entre el nitrógeno y el potasio y el efecto de estas sobre el desarrollo de la planta. El comportamiento parece estar dado por las diferencias en los requerimientos nutricionales de las distintas especies, el contenido de nutrientes (totales o asimilables) del suelo y las proporciones en que estos se encuentran.

Por otra parte la absorción, expresada en términos de contenido de nutriente en la raíz parece estar influida por el contenido de elementos nutritivos presentes en el suelo. Así, el contenido de N fue inferior en la raíz comparado con el follaje lo cual responde al hecho de ser la raíz el órgano principal de absorción, mientras que el follaje, en particular la hoja, es el sitio de síntesis proteica y de utilización del nitrógeno. Por estas razones es de esperar que la velocidad con que se traslada de la raíz hacia la parte aérea sea elevada y que esta se incremente aún más cuando se utiliza una adición de PK.

El fósforo no produjo cambios sustanciales tanto en la absorción como en la acumulación del mismo en las partes aéreas de la planta, posiblemente debido al alto contenido del elemento en forma asimilable en el suelo. En cambio los tra-

tamientos con 100 mg de fósforo y 100 mg de nitrógeno (sin adición de potasio) mostraron un notable incremento en productividad, Herrera y Cols. (Inédito) parámetro que disminuyó con la posterior adición de N (200 mg). Este comportamiento pudiera hacernos pensar que la fertilización NP (100 mg) de cada elemento estimula de forma notable el crecimiento y desarrollo de esta especie y que una fertilización superior a 100 mg de N resulta poco aconsejable. Sin embargo, al añadir K no sucede lo mismo, si bien, el aumento más apreciable de la productividad se produjo con la adición de 100 mg de N, 100 mg de P y 100 mg de K, la posterior aplicación de N (200 mg) también ocasionó un incremento de los mismos. Este hecho sugiere que bajo estas condiciones pudiera ocurrir una mejor utilización del nitrógeno al favorecerse la disponibilidad de PK en el suelo. No obstante, es necesario aplicar cantidades comprendidas entre 100 y 200 mg de N para llegar a conclusiones definitivas y poder establecer la dosis adecuada en la fase de vivero para esta especie.

Por otra parte, no se observa una tendencia general hacia una mayor acumulación del fósforo en las partes aéreas o en la raíz. Este comportamiento puede ser debido a dos razones fundamentales; una expresada anteriormente, la escasa respuesta a la fertilización fosfórica y otra, la alteración de los resultados en análisis de raíz producida por la contaminación con el suelo.

Con relación al K, no se observa una respuesta marcada en cuanto a su contenido en los órganos analizados; sin embargo, el desarrollo de esta planta fue más regular en concordancia con el resto de los nutrientes añadidos al suelo. Will (1963) encontró, que las plántulas de *Eucalyptus saligna*, *E. botroides* y *E. pilularis*, que se desarrollaron en soluciones nutritivas con cantidad insuficiente de K, tuvieron trastornos en su crecimiento. Heiberg y White (1951), obtuvieron buenas respuestas al aplicar K a una plantación de coníferas. No obs

tante estos resultados parece que la fertilización completa NPK es la que ofrece en general mejores respuestas en el desarrollo de las plántulas en vivero (Simoes, 1973).

Por otro lado, los contenidos de K en el follaje fueron superiores a los obtenidos en la raíz, lo cual indica el rápido movimiento de este nutriente hacia las partes aéreas de la planta y en especial las hojas donde se produce una síntesis activa de proteínas y carbohidratos que serán utilizados en otras vías metabólicas y donde este elemento desempeña un importante papel (Devlin, 1979).

El bajo contenido de K en la raíz pudiera estar asociado con una proporción reducida de carbohidratos de reserva, lo cual responde a la corta edad de las plántulas, donde los productos de la síntesis se asignan para el desarrollo y no para la acumulación.

Al analizar el efecto que produce la fertilización NPK en el contenido de Ca, se observa un posible antagonismo K-Ca. Por otra parte, el Ca al parecer se absorbe y traslada rápidamente hacia las partes aéreas de la planta y tiende a acumularse en las partes fisiológicamente más viejas. No obstante, su comportamiento frente a los tratamientos fue variable lo cual nos sugiere que su comportamiento y contenido pudiera depender de la cantidad y de la relación entre N, P y K en el suelo.

En cuanto al magnesio, se observa un posible antagonismo con el K; mientras que el fósforo cuando se añade solo favoreció la absorción de este nutriente.

Con respecto a la movilidad de este elemento se observa que el mismo se acumula preferentemente en la raíz lo cual pudiera estar muy asociado con la relación parte aérea/raíz. Como se ha señalado anteriormente, aplicaciones superiores a 100 mg de N no parecen beneficiosas debido a la disminución de algunos índices morfofisiológicos, lo cual pudiera originar que aquella relación favoreciera el contenido de la raíz y a su vez el tenor de Mg.

En general los requerimientos de N, P y K de la majagua son comparables con los de *Betula* sp. con crecimiento normal desarrollados en solución nutritiva (Ingestad, 1962), mientras que los de Ca y Mg fueron superiores a los de dicha especie.

En la literatura revisada no hemos encontrado reportes de estudios sobre nutrición de la majagua, lo que ha imposibilitado la comparación de nuestros resultados con otros que se hayan obtenido anteriormente para esta especie.

Nuestro trabajo ha puesto de manifiesto la diversidad en el comportamiento de los elementos estu-

diados, cuando varían las condiciones nutricionales donde la planta se desarrolla. No obstante, todo parece indicar que para este tipo de suelo no es necesaria la aplicación de P debido al alto contenido de este elemento en él (tabla 1), sin embargo, sería aconsejable la aplicación de 100 mg de NK respectivamente.

Por otro lado, debido a la importancia que esta planta tiene para el desarrollo forestal de nuestro país es necesario continuar los estudios de los requerimientos nutricionales en esta especie bajo diferentes condiciones de clima y suelo, así como en diferentes estudios de su desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Departamento de Pastos del Instituto de Ciencia Animal por su colaboración en la realización de este trabajo y en especial al C.Dr. Rafael Herrera por la asesoría brindada en el desarrollo del mismo. Reconocemos

asimismo, la ayuda prestada por la compañera Delfina Goire del Laboratorio Químico del Laboratorio Técnico de Medicamentos en la determinación del potasio; y al Lic. René Izquierdo la confección de los gráficos del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Baule, H., y C. Fricker, C. (1970) The fertilizer treatment of forest trees. B.L.V. Verlag, Munich, 259 pp.

Coy, A. (1979) Fertilización en viveros. Inst. Forest. Latino Amer., Bol. bibliogr. 47:1-23.

Devlin, R.M. (1975) Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1979, 468 pp.

Geigel, F.B. (1977) Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. Baracoa 7(3-4):15-38.

Heiberg, S.O. y D.P. White (1951) Potassium deficiency of reforested pine and spruce stands in northern New York, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 15-369-376

(citado por Baule y Fricker, 1970).

Herrera, R.S.; S.B. González, C. Hardy; D.M. Pedroso, M. García, A. Senra, C. Ríos, R. García, W. Irigoyen y A. Cuesta (1980) Análisis químico del pasto. Inst. Cienc. Animal, La Habana, 105 pp.

Ingestad, T. (1962) Macroelement nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solutions. MEDDEFSTSK; 51(7):1-50.

Instituto de Suelos (1973) Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 315 pp.

López, A. (1981) Germinación de las semillas de majagua (*Hibiscus elatus*).

Cienc. Agr. 10: 55-60.

Maresma, J. y A. Cárdenas (1981)
Efecto de seis materiales de
cubierta sobre la germinación,
supervivencia y desarrollo en
vivero de *Hibiscus elatus*.
Baracoa, 11(2): 17-34.

Ponce de León, A. (1945)
Joyas de la flora cubana: La
majaagua o demajaagua. *Rev. Soc.
Cubana Bot.*, 2(3): 57-84.

Sagué, H. (1976)
Productividad primaria neta de
la comunidad en una plantación

de *Hibiscus elatus* L. en la
Sierra del Rosario. *Acad. Cienc.
Cuba, Ser. forest.*, no.2, 12 pp.

Simoes, J.W. (1973)
Determinacao de dosagem de fer-
tilizante mineral para a forma-
cao de mudas de Eucalipto.
I.P.E.F. Piracicaba, Brasil.
6: 79-85 (citado por Coy, 1979)

Will, G.M. (1963)
Anomalías nos crecimientos de
mudas de eucalipto provocadas
por carencias en elementos
nutritivos. *Fertilité*, 9: 7-12
(citado por Coy, 1979).

Recibido: 19 de octubre de 1983.

Tabla 1. Características químicas del suelo

Indicador	Valor
pH Agua	8,05
KCl	7,50
M.O, %	3,78
N, ppm	56,80
P, ppm	52,30
K, ppm	118,50
Ca, ppm	5 250,00
Mg, ppm	375,00
Na, ppm	22,50
CCB, me/100 g	54,10

Tabla 2. Efecto de la fertilización NPK en el tenor de Calcio (%) de la raíz y el follaje de la majaqua

N, mg/P, mg	K, mg			
	0		100	
	0	100	0	100
	Raíz			
0	0,92	2,06	1,07	1,91
100	1,48	1,57	2,09	0,91
200	2,37	1,63	0,95	2,44
	Follaje			
0	2,32	2,20	1,54	2,62
100	2,41	2,50	2,20	2,31
200	2,24	2,72	2,14	2,23

Tabla 3. Comportamiento del Magnesio (%) en la raíz y el follaje de la majaqua con la fertilización NPK

N, mg/P, mg	K, mg			
	0		100	
	0	100	0	100
	Raíz			
0	0,53	0,40	1,39	0,43
100	0,71	0,61	0,43	0,34
200	0,45	0,72	0,50	0,57
	Follaje			
0	0,38	0,47	0,42	0,62
100	0,47	0,48	0,33	0,40
200	0,53	0,55	0,27	0,35