

Respuesta de la majagua (*Hibiscus elatus*, Sw.) a la fertilización NPK en diferentes suelos.

III. Suelo ferralítico rojo lixiviado

Guillermina 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. cultivadas durante 112 días en suelo Ferralítico Rojo lixiviado al que se aplicaron tres niveles de N (0, 100 y 200 mg) 2 de K (0 y 100 mg). La adición de 100 mg de N favoreció la absorción del nitrógeno en todas las combinaciones empleadas. La fertilización fosfórica mejoró la absorción del calcio, el magnesio y el fósforo. Por otra parte la aplicación de NP (100 mg de cada elemento) parece aconsejable debido al incremento obtenido en la productividad de la planta. El potasio presentó la mayor respuesta en términos de su contenido y en general no favoreció la absorción de los elementos estudiados. El nitrógeno, el potasio y el calcio, al parecer, se absorben y trasladan de forma rápida hacia las partes aéreas de las plantas mientras que el fósforo y el magnesio no presentaron comportamientos que puedan ser generalizados.

ABSTRACT

Root and shoot contents of N, P, K, Ca and Mg were estimated in *Hibiscus elatus* Sw. plants grown during 112 days on an Ferralítico Rojo Lixiviado soil amended with three levels of N (0, 100 and 200 mg/kg of soil), 2 of P (0 and 100 mg/kg of soil), and 2 of K (0 and 100 mg/kg of soil) which were previously added. The addition of 100 mg N favoured the N uptake at all the added proportions, the phosphate fertilization improved the calcium, magnesium and phosphorus uptakes. Besides the addition of combines N and P (100 mg of each element) seemed to be advisable due to the resulting plant productivity improvement. Potassium when added showed the highest response in terms of its own plant content and generally did not improve the uptake of other elements. Nitrogen, potassium and calcium uptakes and translocations likely occurred rapidly upward to the shoots while phosphorus and magnesium did not show typical behaviours to realize generalizations.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre *Hibiscus elatus* Sw. en nuestro país abarcan aspectos tan disímiles como la mitosis, la germinación y la productividad primaria (M.C. Fernández Fernández, inédito)¹; López y Sagué, 1976. R. A. Herrera *et al.* (inédito)² desarrollaron un estudio sobre las características micorrízicas y del crecimiento de *Hibiscus elatus* Sw. cultivado en diferentes suelos bajo la influencia de la fertilización NPK. Estos autores encontraron que para el suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, la mayor productividad se obtuvo en los tratamientos con 100 ó 200 mg de N y 100 mg de P pero también con 100 ó 200 mg de N y 100 mg de P y K respectivamente. Además, observaron que la densidad de infección micorrízica fue significativamente diferente para los tratamientos donde se fertilizó con potasio solamente, no así la infección total que fue mayor para las combinaciones con adición de 100 ó 200 mg de N con 100 mg de P; así como para la aplicación de 200 mg de N con 100 mg de P y K respectivamente.

Por otro lado, debido a las ventajas que *Hibiscus elatus* Sw. posee como especie latifoliada (Heybrock, 1982) y por su importancia forestal para nuestro país, Hernández y Alonso (en prensa) estudiaron las variaciones del contenido mineral de esta planta con la fertilización NPK empleada en un suelo Ferralítico Rojo y encontraron que la dosis de 100 mg de NK de cada elemento resultó aconsejable para lograr una buena respuesta en términos de los nutrimentos analizados.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia de la fertilización NPK en la composición mineral de *Hibiscus elatus* Sw. (majagua) cultivada en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de *Hibiscus elatus* Sw. (majagua) se escarificaron en ácido sulfúrico concentrado durante 1 hora. Después de germinadas se seleccionaron las plántulas homogéneas y

se trasplantaron en bolsas de polietileno que contenían 1 kg de suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (Instituto de Suelos, 1975).

El fertilizante se añadió en las diferentes combinaciones entre 3 niveles de N(0;100 y 200 mg); 2 de P(0 y 100 mg); y 2 de K(0 y 100 mg) por kg de suelo, replicado 3 veces.

El superfosfato simple se mezcló con el suelo antes de llenar las bolsas; el nitrato de amonio y el cloruro de potasio se aplicaron en 5 fracciones con intervalos de 15 días. La primera fertilización se efectuó a los 30 días de sembradas las plántulas. A los 112 días se colectó el material que se separó en raíces y partes aéreas.

Las muestras se secaron a 70°C y molinaron. Se determinaron los tenores de N,P,K, Ca y Mg según informan Herrera y *et al.* (1980). El Análisis del suelo se realizó de acuerdo con las técnicas que se emplean en el Laboratorio de Servicios Científico-Técnicos del Centro de Investigaciones Forestales y cuyos resultados aparecen en la tabla 1.

Todos los análisis se efectuaron por duplicado y los resultados se expresan referidos al peso seco de la muestra.

RESULTADOS

En los tratamientos donde no se fertilizó con P, las plántulas fueron muy poco desarrolladas por lo que solamente pudo analizarse el nitrógeno en la raíz.

Nitrógeno

Cuando no se añade P ni K, en la raíz, el contenido de nitrógeno se incrementa ligeramente con la aplicación de 100 mg de N y con la posterior adición (200 mg), tiende a disminuir. En los tratamientos en que se incorporan 100 mg de P al suelo y no se añade K, el nivel de nitrógeno tiende a aumentar con la aplicación de N. Al suministrar nitrógeno y 100 mg de K, el contenido de nitrógeno/aumenta levemente con la adición de 100 mg de N y con la adición posterior tiende a disminuir. Al adicionar 100 mg de P, el

(1) Trabajo en preparación sobre la mitosis de *Hibiscus elatus* Sw.

(2) Trabajo en preparación sobre las características micorrízicas y el crecimiento de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en 3 suelos diferentes.

nivel de nitrógeno se incrementa con la aplicación de N. Tanto la fertilización fosfórica como la potásica no producen variaciones apreciables de los contenidos de nitrógeno (fig. 1).

En el follaje aparece el mismo comportamiento descrito para la raíz con un incremento algo más acentuado del contenido de nitrógeno para el tratamiento donde se añaden 200 mg N y 100 mg de P (fig. 2).

Los contenidos de nitrógeno son superiores en el follaje al compararlos con los encontrados en la raíz (figs. 1 y 2).

Fósforo

En la fig. 3, se observa que el nivel de fósforo disminuye con la aplicación de 100 mg de N, valor que prácticamente no varía con la adición de 200 mg de N. Al añadir K aparece el mismo comportamiento, aunque la disminución del contenido de fósforo producida por la adición de 100 mg de N es menos acentuada que cuando no se fertiliza con K.

Al analizar el contenido de fósforo en el follaje se observa que en las combinaciones donde no se aplicó P ni K, el nivel de este elemento prácticamente no varía. Cuando se añaden 100 mg de P, el nivel de fósforo disminuye bruscamente con la adición de 100 mg de N y con la siguiente aplicación de 200 mg de N se mantiene el nivel alcanzado. Al añadir 100 mg de K y en los tratamientos con 0 mg de P, se observa que el contenido de fósforo disminuye con la adición del N. Lo mismo sucede cuando se añaden 100 mg de P (fig. 4).

Con relación a la fertilización fosfórica se observa una respuesta favorable, aunque las mayores diferencias aparecen entre los tratamientos donde no se añadió N. Con respecto al K aplicado al suelo, no se observa una tendencia general de finida del tenor de P frente a los tratamientos en las partes aéreas de la planta (fig. 4).

En las combinaciones donde es posible establecer comparaciones entre la raíz y el follaje, se observa que en general el contenido de fósforo es ligeramente superior en el follaje (figs. 3 y 4).

Potasio

Con el incremento de la dosis de N, el contenido de potasio disminuye gradualmente en la raíz. Con respecto a la fertilización potásica se observa que la absorción de potasio aumenta notablemente en estos tratamientos (fig. 5).

En el follaje, en las combinaciones donde no se aplica P ni K el nivel de potasio no se afectó con el N aplicado. Al incorporar P al suelo, se observa que el contenido de potasio tiende a disminuir con el N añadido. Al fertilizar con K, en los tratamientos donde no se aplicó P la concentración de potasio en esta parte de la planta disminuye con la adición de 100 mg de N y con la dosis de 200 mg de N se mantiene este tenor. Cuando se fertiliza con P y K, el contenido de potasio aumenta con la aplicación de 100 mg de N y con la siguiente adición (200 mg) disminuye. Al analizar comparativamente los tratamientos con respecto a la aplicación de 100 mg de P al suelo, se observa que el tenor de potasio es menor para las combinaciones donde no se añadió K y son muy semejantes entre sí. Con respecto al K aplicado se observa que el contenido de potasio aumenta en todas las combinaciones NPK (fig. 6).

Cuando se compararon las figs. 5 y 6 se observó que el contenido de potasio es superior en el follaje en los tratamientos en que se emplearon 100 mg de P y K respectivamente.

Calcio

En la raíz, la absorción de calcio cuando se fertiliza con 100 mg de P, no varía apreciablemente con el incremento de la dosis del N aplicado. Al añadir K, el contenido de calcio aumenta proporcionalmente con la adición del N aunque los tenores de calcio son en general, menores que los obtenidos cuando no se aplica K.

El follaje de las plántulas de la majagua no mostró, en general, cambios sustanciales del nivel de calcio con la adición de N. Al añadir 100 mg de P, el tenor de calcio tiende a aumentar con el incremento de la dosis de N. En los tratamientos en que no se añade P, y se fertiliza con 100 mg de K, el tenor de calcio aumenta ligeramente con la aplicación de 100 mg de N y tiende a disminuir cuando se añaden 200 mg

de N. En presencia de P y K (100 mg de cada elemento), el contenido de calcio tiende a incrementarse ligeramente con la adición del N al suelo. En general el P y K aplicado no afectan sensiblemente el nivel de calcio en el follaje (fig. 8).

Los contenidos de calcio son superiores en el follaje con respecto a los obtenidos para la raíz (figs. 7 y 8).

Magnesio

Al analizar el comportamiento del magnesio bajo la influencia de la fertilización NPK, se observa que el contenido de este elemento, en la raíz no varía apreciablemente con la adición del N, tanto en los tratamientos en que no se aplicó K como en los que este elemento fue añadido. Por otra parte, la absorción del magnesio fue ligeramente superior en los tratamientos sometidos a la fertilización potásica (fig. 9)

En el follaje en todas las combinaciones donde no se aplicó K, el contenido de magnesio aumentó ligeramente con la adición de N. Al fertilizar con K y cuando no se adiciona P, el nivel de magnesio aumenta ligeramente con la aplicación de 100 mg de N y con la posterior adición (200 mg) disminuye. En los tratamientos en que emplearon 100 mg de P y K respectivamente, el contenido de magnesio tiende a incrementarse ligeramente con la adición de 100 mg de N y con la dosis superior de N (200 mg) se mantiene el tenor alcanzado. En cuanto al P añadido, se observa que mejoró los niveles de magnesio en los tratamientos en que fue aplicado; mientras que el K (100 mg) produjo un efecto contrario (fig. 10).

En los niveles de magnesio encontrados en la raíz y el follaje, se observa que para los tratamientos donde se fertilizó con N y P, estos son superiores en las partes aéreas de la planta y similares en las plántulas donde se aplicó NPK en sus diferentes combinaciones (figs. 9 y 10).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La fertilización nitrogenada en la dosis de 200 mg no contribuyó a aumentar el contenido de este elemento en las partes estudiadas (figs. 1 y 2); sin embargo, la com-

binación NP mejora de manera notable el contenido de nitrógeno, lo cual resulta evidente de los incrementos obtenidos en el follaje (1,15%) para la dosis de 200 y 100 mg de Np respectivamente.

Este efecto en la raíz es menos marcado, posiblemente debido a que la translocación, expresada como contenido de este elemento, transcurre de forma rápida hacia las partes aéreas de la planta donde el nivel de nitrógeno encontrado fue mayor. Este comportamiento puede ser esperado si pensamos en los requerimientos de la especie en esta fase de crecimiento y en especial cuando se desarrolla sobre un suelo muy pobre en nutrientes (tabla 1).

Por otra parte, al añadir K, el mayor incremento del nivel de nitrógeno (0,32%) se obtiene para la dosis de 100 mg de N.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Herrera y Cols. para algunos índices del crecimiento medidos, donde el tratamiento NP (100 mg de cada elemento) aparece entre los 3 mejores en cuanto a la productividad de la planta (tabla 2).

En los tratamientos donde no se fertilizó con fósforo se obtuvieron las plántulas menos desarrolladas, a tal extremo que en la raíz solamente pudo analizarse el nitrógeno debido a la baja productividad de esta parte de la planta. Este comportamiento es lógico si observamos el escaso contenido de fósforo en forma asimilable que posee el suelo (tabla 1). Por otra parte al estudiar las variaciones del nivel de fósforo en las plántulas se observa una tendencia a disminuir con la adición de N especialmente con dosis de 100 mg de este elemento (figs. 3 y 4). Este hecho que en apariencia puede reflejar una relación negativa entre ambos, es posible explicarlo si tenemos en cuenta el efecto beneficioso que provocan estos tratamientos en el desarrollo de las plántulas, producto del cual probablemente, el contenido de este elemento se ve disminuido. Thiman *et al.*, 1958 explicaron el descenso del contenido de nitrógeno posterior al suministro de este elemento como consecuencia de su rápida utilización en el desarrollo de la planta. Ovington y Madgwick (1959)

obtuvieron mayormente correlaciones negativas entre la concentración de nutrientes y el tamaño de *Pinus sylvestris* L.; Richards (1967) encontró que el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre aumentó en el follaje de *Arucaria cunninghamii*, aunque solamente el nitrógeno estuvo correlacionado con la altura. Para eucalipto, algunos reportes en este sentido han sido contradictorios. Lamb (1976) explicó la existencia de algunos informes sobre relaciones negativas entre el crecimiento y el contenido foliar de nitrógeno de esta especie como debidas a un efecto de dilución o a interacciones con otros elementos.

Por otra parte M.E. Rodríguez *et al.* (inédito)¹, en un estudio sobre la solubilización del fósforo inorgánico en este suelo, determinaron que el 98% del fósforo se presenta en forma no asimilable por las plantas y que la disponibilidad de este elemento no aumentó cuando se añadió fosfato cálcico al suelo. Del análisis de los resultados se puede inferir que posiblemente la relación entre algunos nutrimentos se vea favorecida por la fertilización NPK utilizada.

En relación al potasio, se observó una buena respuesta, en términos de su contenido en las partes estudiadas. Lo mismo sucedió en el caso en que la majagua fue cultivada en suelo Amarillo Tropical Típico (Hernández y Alonso, inédito)¹; sin embargo la respuesta no fue marcada cuando esta especie se desarrolló en suelo Ferralítico Rojo (Hernández y Alonso, en prensa) lo cual creemos está muy asociado al contenido nutricional del suelo debido a las diferencias que se observan en el contenido de este nutriente en los suelos estudiados.

La absorción del calcio se ve favorecida por la fertilización nitrogenada, efecto que es más notable en los tratamientos con la fertilización NPK; aunque el mayor nivel alcanzado no supera los encontrados en los tratamientos donde solamente se aplicó NP. Esto puede estar in-

fluido por las interrelaciones que se establecen entre los elementos presentes en el suelo y que varían el patrón de absorción del elemento.

En cuanto a la movilidad del calcio, se observa que al parecer se absorbe y traslada rápidamente hacia las partes aéreas de la planta y tiende a acumularse en las partes fisiológicamente más viejas (Meyer y Anderson, 1952).

El potasio favoreció ligeramente la absorción del magnesio. Un efecto contrario se encontró para esta especie en suelo Ferralítico Rojo, lo que nos sugiere que estos efectos están muy relacionados con las proporciones en que estos elementos se encuentran en el suelo.

Resulta escasa la información existente sobre la nutrición de especies latifoliadas y en particular de la majagua. No obstante, algunas comparaciones pueden ser hechas considerando las plántulas desarrolladas en los diferentes suelos en que se efectuó el experimento.

Al analizar el contenido mineral de la majagua, en los suelos estudiados, sin aplicación de fertilizantes, se observa que para las plantas cultivadas en Suelo Ferralítico Rojo (Hernández y Alonso, en prensa), los niveles de fósforo, potasio y calcio son superiores, siendo menores los de nitrógeno y magnesio con respecto a las plántulas cultivadas en los suelos Amarillo Tropical Típico y Ferralítico Rojo Lixiviado (G. Hernández y C.A. Alonso, inédito)¹.

En cuanto al crecimiento de estas plántulas se corresponde con la fertilidad natural del suelo en que fueron cultivadas.

Por otro lado, Traczyk y Menéndez (en prensa) informaron los contenidos minerales de hojas verdes tomadas de la majagua en un bosque siempre verde tropical, los cuales fueron similares a los obtenidos en las plántulas de suelo Amarillo Tropical Típico y Ferralítico Rojo Lixiviado en nuestro experimento.

(¹) Trabajo en preparación sobre la dinámica de solubilización de una fuente inorgánica de fósforo en tres áreas de la sabana de Yaguaramas.

(²) Respuesta de la majagua (*Hibiscus elatus* Sw.) a la fertilización NPK en diferentes Suelos. II Suelo Amarillo Tropical Típico. III. Suelo Ferralítico Rojo Lixiviado.

Además los niveles minerales encontrados para la majagua en general, son también comparables con los obtenidos por estos autores para otras especies latifoliadas con excepción del calcio y el magnesio que resultaron superiores, lo que puede estar asociado con los requerimientos específicos de esta planta.

El estudio de la nutrición de esta especie revela la necesidad de conocer los diferentes factores que influyen y que son reflejo del desarrollo de la planta. Así, parece aconsejable la fertilización de NP (100 mg respectivamente), a pesar de que los contenidos minerales del fósforo y el potasio en el follaje no se ven favorecidos con este tratamiento pero que sí inciden significativamente en la productividad de la planta.

Además, se observa cómo la respuesta a la fertilización NPK varía en dependencia de las características nutrimentales del suelo donde la planta se desarrolla.

Por otra parte, dada la importancia forestal de esta especie es necesario encontrar las relaciones directas entre el contenido mineral

foliar y algunos índices del crecimiento que nos ayuden a predecir, en función del suelo, la dosis adecuada en la fase de vivero para esta planta. Asimismo sería aconsejable realizar este estudio en otros estadios de desarrollo de la planta y con diferentes condiciones ambientales.

Tabla 1. Características químicas del suelo.

Indicador	Valor
pH Agua	6,10
Kcl	4,80
M.O., %	3,36
N, %	50,4
N, ppm	1,1
K, ppm	34,0
Ca, ppm	1125,0
Mg, ppm	300,0
Na, ppm	17,5
C.C.B., me/100g	8,27

Tabla 2. Influencia de la fertilización NPK sobre el crecimiento de la majagua cultivada en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. (Datos obtenidos por Herrera y Cols., inédito).

N	P	K	Altura final (cm)		Raíz total		Follaje	
			\bar{x}		peso seco (g)		Peso seco (g)	
0	0	0	11,5	de	0,10	b	0,24	d
100	0	0	13,8	c-e	0,07	b	0,24	d
0	100	0	20,9	bd	0,45	b	0,89	cd
0	0	100	14,7	c-e	0,13	b	0,44	d
0	100	100	16,6	c-e	0,38	b	0,81	cd
100	100	0	35,1	a	1,61	a	3,60	ab
100	0	100	16,6	ce	0,12	b	0,81	cd
100	100	100	23,3	bc	0,66	b	2,18	bc
200	0	0	12,1	de	0,11	b	0,27	d
200	100	0	33,5	a	1,49	a	3,84	a
200	0	100	9,0	e	0,05	b	0,22	d
200	100	100	27,7	ab	1,31	a	3,14	ab
DE			3,26		0,24		0,53	

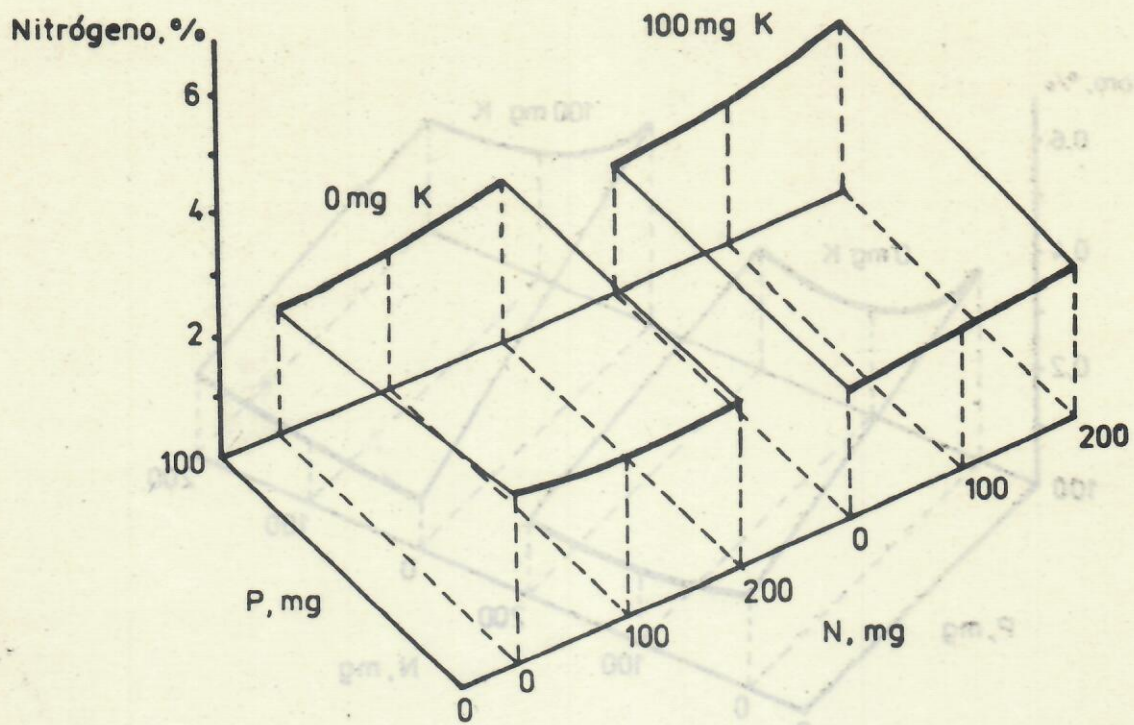


Fig 1- Comportamiento del nitrógeno (%) en raíz de majagua con diferentes dosis de NPK.

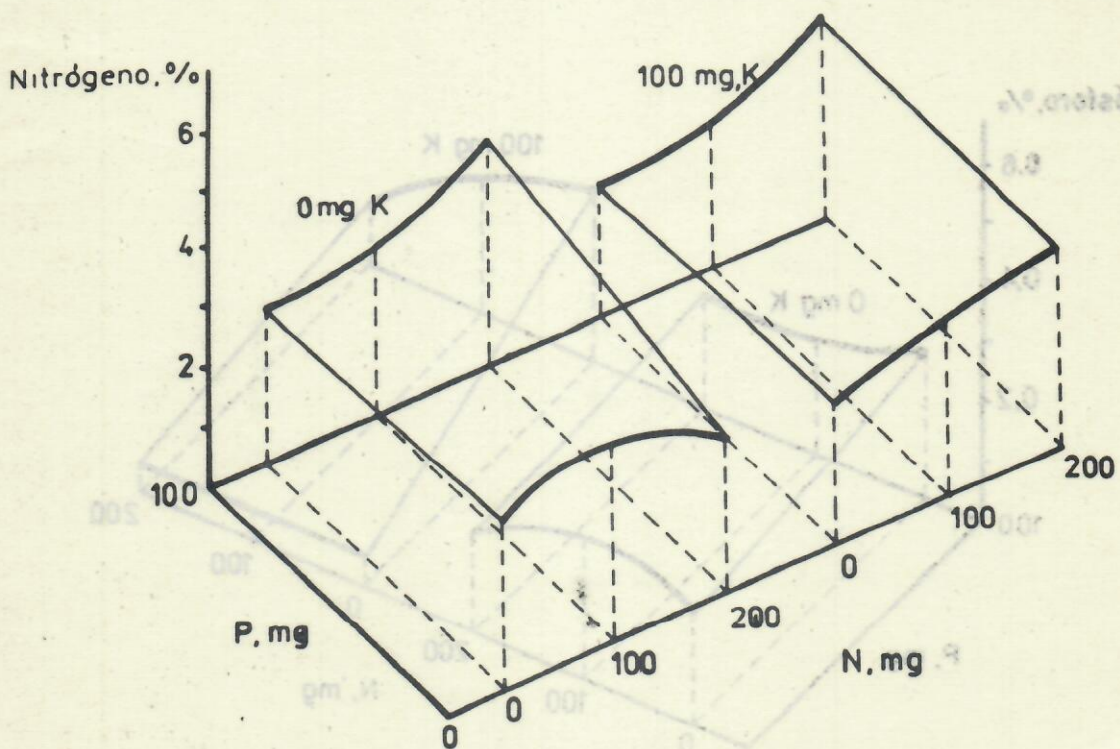


Fig.2.- Efecto de diferentes dosis de NPK en el contenido de nitrógeno (%) del follaje de majagua.

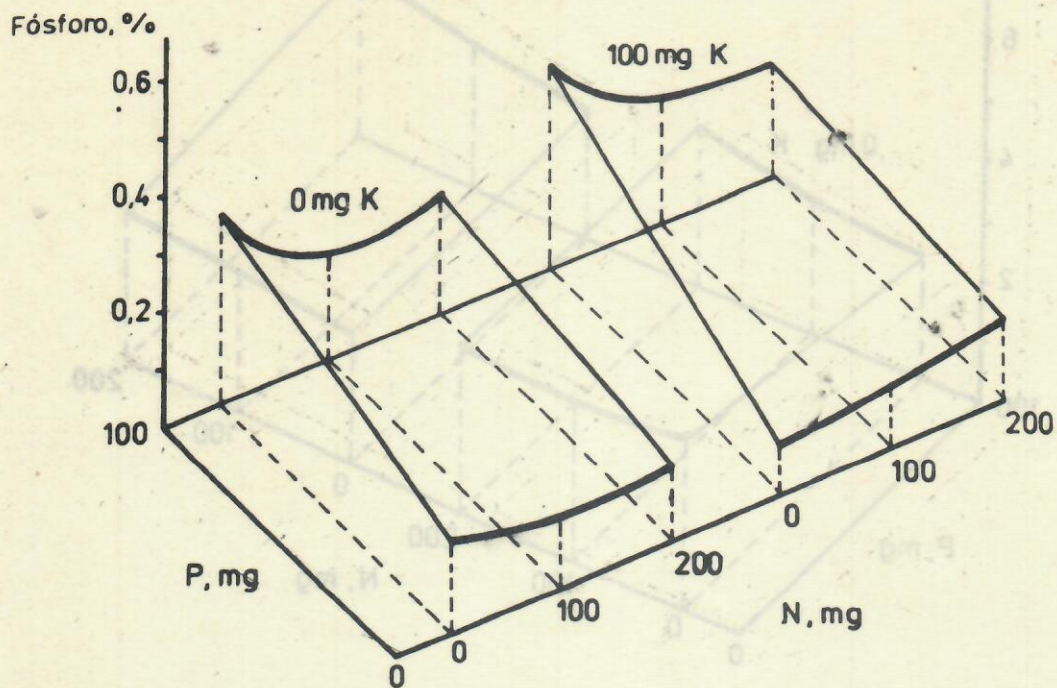


Fig. 3.- Fluctuaciones del fósforo (%) en raíz de majagua con diferentes dosis de NPK.

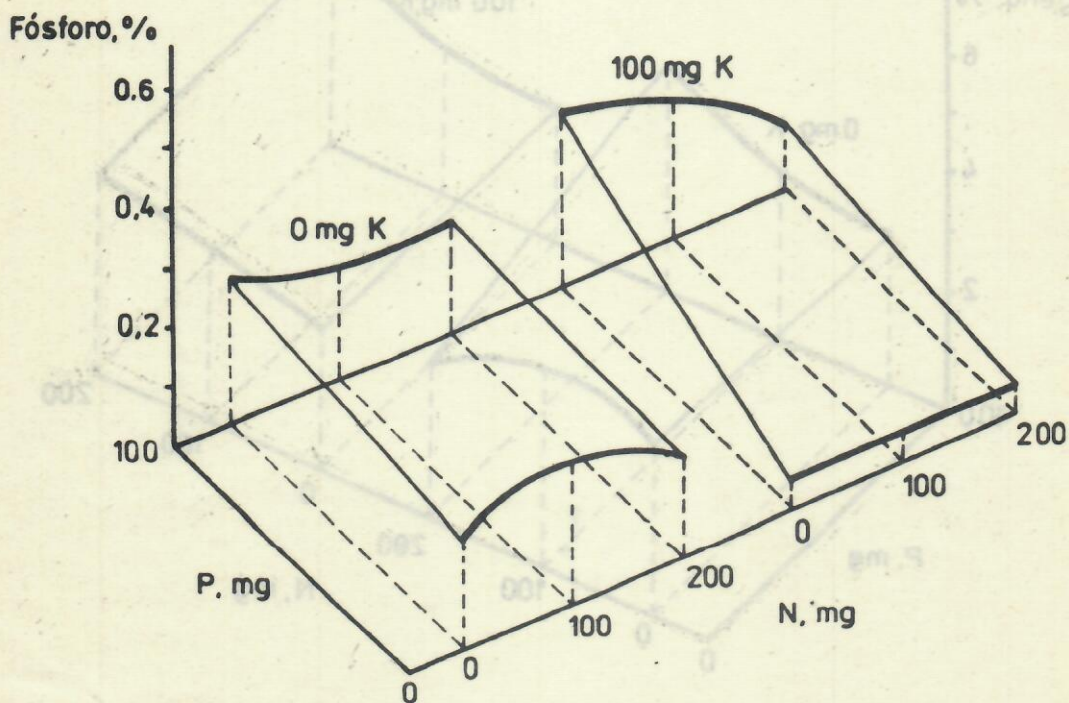


Fig. 4.- Influencia de la fertilización NPK en el contenido de fósforo (%) del follaje de majagua.

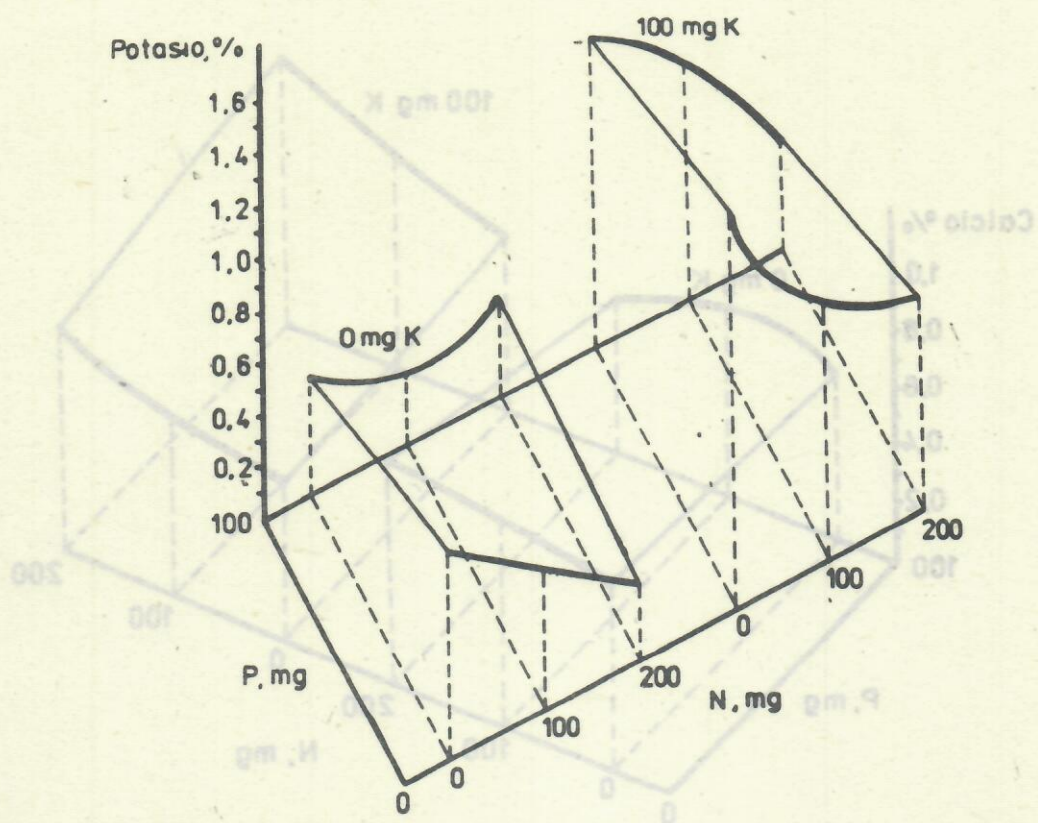


Fig. 5.- Variaciones del potasio (%) en raíz de majagua con diferentes niveles de NPK.

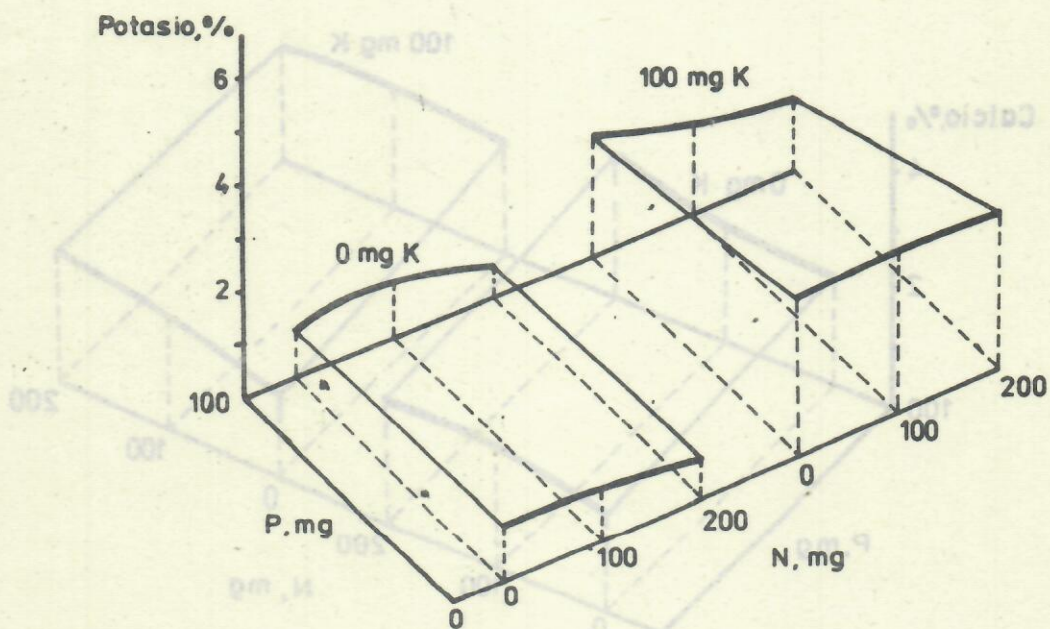


Fig. 6.- Comportamiento del potasio (%) en follaje de majagua con distintas dosis de NPK.

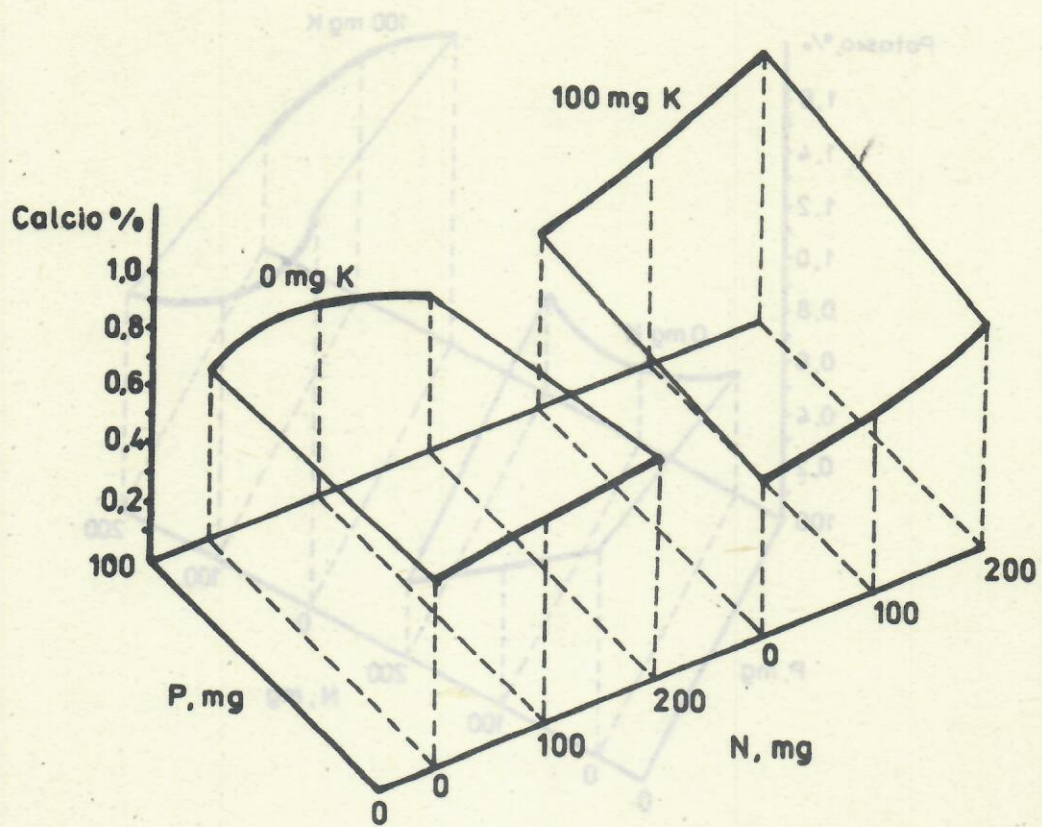


Fig. 7.- Fluctuaciones del calcio (%) en raíz de majagua con fertilización NPK.

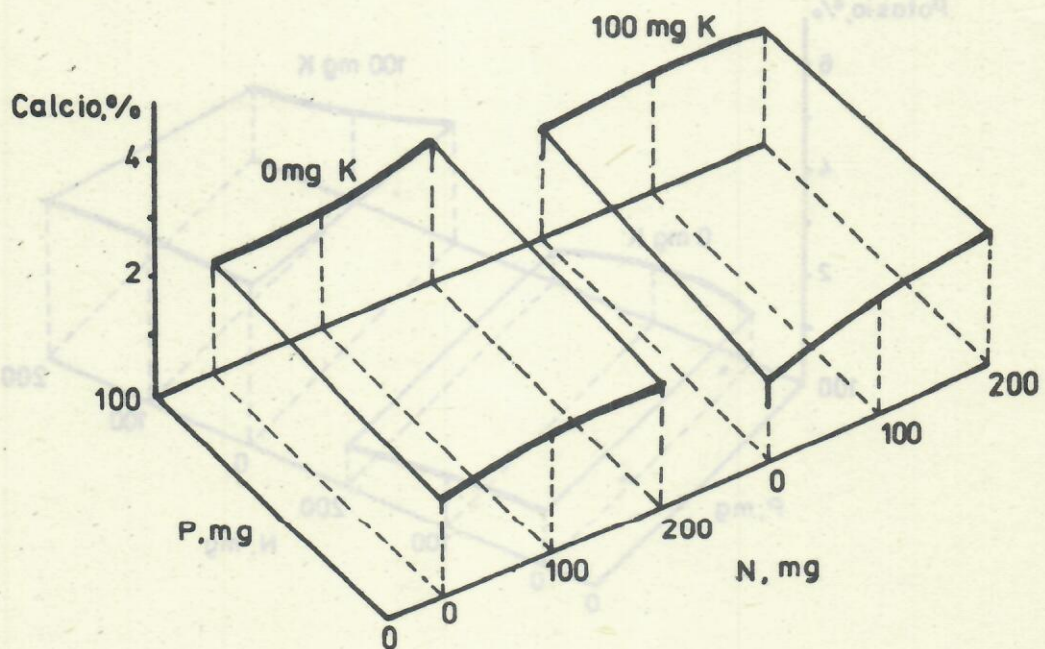


Fig. 8 - Influencia de la fertilización NPK en el contenido de calcio (%) del follaje de majagua

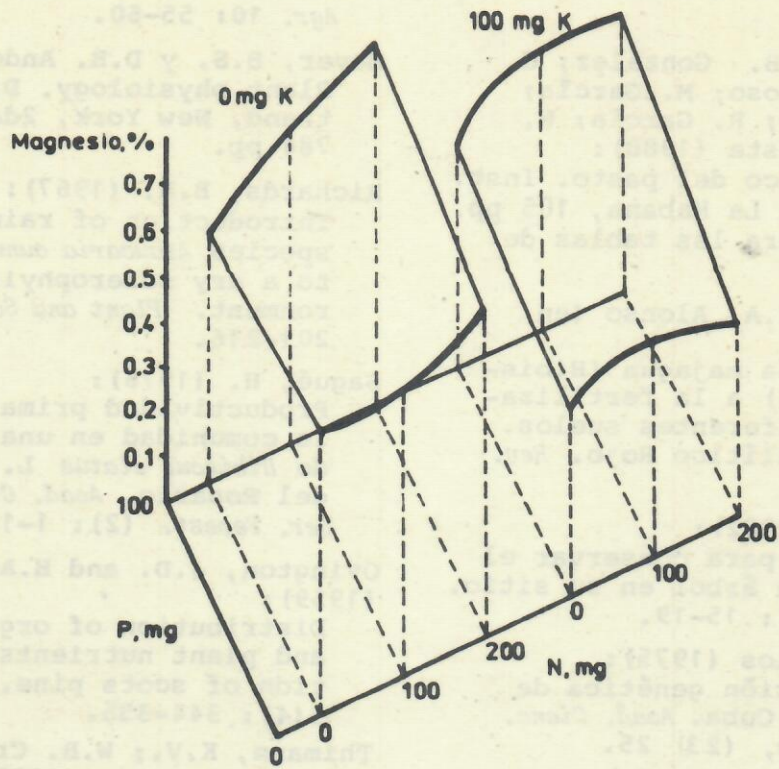


Fig. 9.- Variaciones del magnesio (%) en follaje de majagua con fertilización NPK.

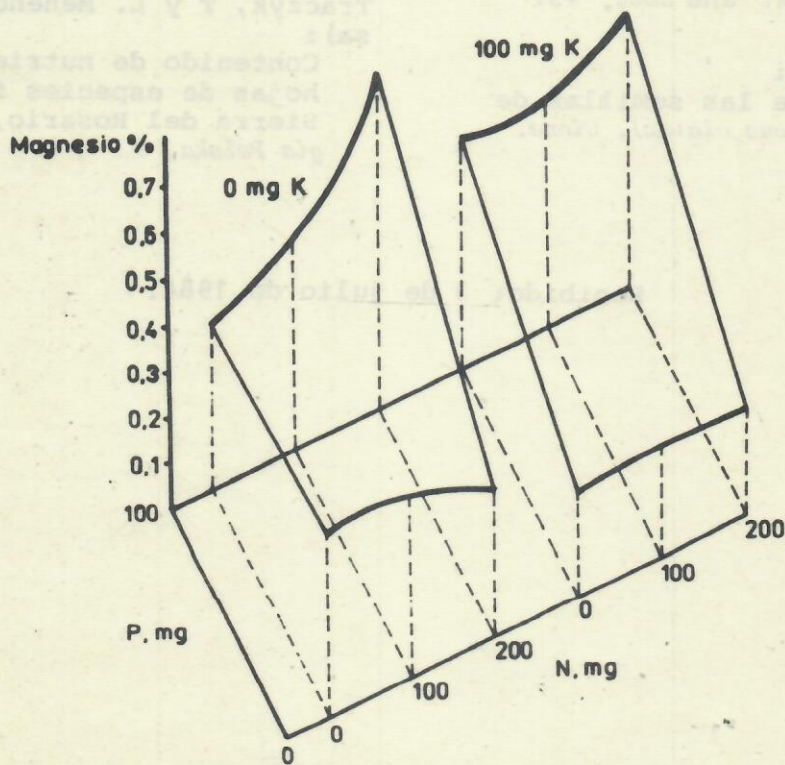


Fig 10 -Efecto de la adición de diferentes niveles de NPK en el tenor de magnesio (%) de raíz de majagua.

BIBLIOGRAFÍA

- Herrera, R.S.; S.B. González; C. Hardy; D.M. Pedroso; M. García; A. Serna; C. Ríos; R. García; W. Irigoyen y A. Cuesta (1980):
Análisis químico del pasto. Inst. Cienc. Animal, La Habana, 105 pp. Metodología para las tablas de composición.
- Hernández, G. y C.A. Alonso (en prensa):
Respuesta de la majagua (*Hibiscus elatus* Sw.) a la fertilización NPK en diferentes suelos. I. Suelo Ferralítico Rojo. *Rev. Jard. Bot. Nac.*
- Heybrock, H.M. (1982):
Investigación para conservar el ambiente: Cada árbol en su sitio. *Unasylva* 34 (136): 15-19.
- Instituto de Suelos (1975):
II. Clasificación genética de los Suelos de Cuba. *Acad. Cienc. Cuba, ser. Suelos*, (23) 25.
- Lamb, D. (1976):
Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt: *Plant and Soil*, 45: 477-492.
- López, A. (1981):
Germinación de las semillas de majagua (*Hibiscus elatus*). *Cienc. Agr.* 10: 55-60.
- Meyer, B.S. y D.B. Anderson, (1952):
Plant physiology. D. Van Nostrand, New York, 2da. ed., 784 pp.
- Richards, B.N. (1967):
Introduction of rain-forest species *Araucaria cunninghami* Ait to a dry sclerophyll forest environment. *Plant and Soil*, 27(2): 201-216.
- 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.* (2): 1-12.
- Ovington, J.D. and H.A.I. Madgwick, (1959):
Distribution of organic matter and plant nutrients in a plantation of scots pine. *Forest Sci.*, 5(4): 344-355.
- Thimann, K.V.; W.B. Critchfield y M.H. Zimmermann, (1958):
The physiology of forest trees. The Ronald Press, New York, 678 pp.
- Traczyk, T y L. Menéndez (en prensa):
Contenido de nutrientes de las hojas de especies forestales. Sierra del Rosario, Cuba. *Ekologia Polska*.

Recibido: 3 de julio de 1984.