

Respuesta de la majagua *Hibiscus elatus* Sw. a la fertilización NPK en diferentes suelos. II. Suelo amarillo tropical típico

Guillermina Hernández y Celia Alonso. Instituto de Botánica de la 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 Amarillo Tropical Típico al que se aplicaron tres niveles de N(0, 100 y 200 mg/kg de suelo) 2 de P(0 y 100 mg) y 2 de K(0 y 100 mg). En general la adición de nitrógeno favoreció la absorción de nutrientes con excepción del potasio que resultó disminuido. El fósforo aunque no produjo cambios sustanciales en su contenido, al parecer mejoró la disponibilidad y absorción del nitrógeno y favoreció la absorción del magnesio; mientras que el potasio disminuyó ligeramente la absorción del nitrógeno y presentó la mayor respuesta en términos de su contenido. El N, K, Ca y Mg, al parecer se absorben y trasladan de forma rápida hacia las partes aéreas de las plantas; en cambio el fósforo se distribuyó de forma irregular en las partes estudiadas. Se discuten los resultados con relación al desarrollo de la planta.

Se concluye que las proporciones en que fueron añadidos los nutrientes no fueron apropiadas para establecer un balance adecuado entre los mismos.

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 Amarillo Tropical Típico 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 nitrogen improved generally the uptake of all nutrients with the exception of potassium which diminished. Though its plant contents did not significantly change when added to the soil, phosphorus apparently improved the nitrogen availability and uptake and favoured the uptake of magnesium; besides the addition of potassium slightly diminished the nitrogen uptake and, in terms of its own plant content showed the highest response. Nitrogen, potassium, calcium and magnesium uptakes and translocations likely occurred rapidly upward to the shoot; phosphorus, however, irregularly distributed in the plant. Results are discussed in light of the plant development.

That nutrient added proportions were not appropriated for establishing an adequate balance between them is concluded.

El análisis del estado de los nutrientes en el material vegetal es utilizado frecuentemente como criterio para evaluar la relación de los mismos con el desarrollo y el crecimiento de la planta (Thimann *et al.*, 1958). Existen algunos estudios orientados en este sentido, fundamentalmente para coníferas; sin embargo, es relativamente escasa la información asequible para las plantas latifoliadas (Baule y Fricker, 1970; Coy, 1979).

Herrera y Cols (inédito)¹ encontraron que las características micorrízicas de *Hibiscus elatus* Sw. cul-

tivadas en suelo Amarillo Tropical Típico, fueron en su mayoría sensibles a la adición de fosfato con excepción de la infección total que no se afectó con la fertilización NPK.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia de la aplicación de diferentes niveles de NPK sobre el contenido de nutrientes de *Hibiscus elatus* Sw. desarrolladas sobre suelo Amarillo Tropical Típico y su relación con algunos índices morfofisiológicos que fueron medidos en el experimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los tratamientos consistieron en diferentes combinaciones entre 3 niveles de N(0, 100 y 200 mg); 2 de P(0 y 100) y 2 de K(0 y 100 mg) por kg de suelo, replicados 3 veces.

Las semillas de *Hibiscus elatus* Sw. (majagua) se escarificaron durante una hora en ácido sulfúrico concentrado y fueron sembradas a razón de 100 semillas por placa. Se seleccionaron plántulas homogéneas y se trasplantaron a bolsas de polietileno que contenían 1 kg de suelo Amarillo Tropical Típico (Instituto de Suelos, 1973) cuyas características 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 (cinco aplicaciones a intervalos de 15 días) a partir de los 30 días después del trasplante y a los 112 días se efectuó la evaluación del experimento, se separaron las partes aéreas de las raíces y se les determinaron los tenores de N, P, K, Ca y Mg. El procesamiento de las muestras y las técnicas analíticas se desarrollaron de acuerdo con los métodos descritos por Hernández y Alonso (en prensa).

RESULTADOS

Nitrógeno

Con la aplicación de N, el contenido de este elemento en la raíz aumentó ligeramente para todas las combinaciones de NPK. Al incorporar 100 mg de P, los niveles de nitrógeno disminuyen levemente con respecto a los tratamientos donde no se añadió P, siendo esta diferencia menos notable a medida que se incrementa el N aplicado. La adición de 100 mg de K produce una pequeña disminución del nitrógeno en todas las variantes empleadas (figura 1).

En el follaje, el contenido de

nitrógeno aumenta con la adición de este elemento para todas las combinaciones NPK empleadas, excepto para el tratamiento donde se añadieron 200 mg de N solamente, en el que se observa un pequeño descenso del mismo. La adición de 100 mg de P no introdujo una respuesta marcada en el comportamiento del contenido de nitrógeno comparado con la no adición de P. Similar respuesta se obtuvo al aplicar K. (figura 2).

Por otra parte los niveles de nitrógeno en el follaje son superiores a los encontrados en la

¹ Trabajo en preparación sobre las características micorrízicas y el crecimiento de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en tres suelos diferentes.

raíz (figuras 1 y 2).

Fósforo

La aplicación de nitrógeno no altera visiblemente los contenidos de fósforo en la raíz; aunque existe una tendencia leve a disminuirlo con la adición de 100 mg. de N; valor que con la posterior adición (200 mg) se mantuvo prácticamente constante.

Al comparar los dos niveles de P (0 y 100 mg), observamos que su tenor no se afecta apreciablemente con esta fertilización. Una situación similar a la descrita para el fósforo se aprecia cuando se aplicó 100 mg de K (figura 3).

En el follaje, cuando no se añade de P y K el contenido de fósforo no varía sensiblemente con el aumento de N. Un efecto semejante aparece en las combinaciones donde se añadió P (100 mg) y no se aplicó K al suelo. En los casos en que se añadió 100 mg de K y no se adicionó P, los tenores de fósforos no variaron con el incremento de N; pero son comparativamente menores que los obtenidos cuando no se suministra P ni K.

En las combinaciones donde se adiciona P y K, encontramos que el nivel de fósforo disminuye ligeramente con la adición de N.

En sentido general el K añadido modificó sustancialmente los contenidos de fósforo al comparar estos tratamientos con los correspondientes donde no se añadió este elemento

Al comparar las figuras 3 y 4 no observamos diferencias marcadas en el contenido de fósforo en la raíz y el follaje.

Potasio

Cuando confrontamos las combinaciones donde se adicionó 100 mg de P con las que sólo poseen el fósforo del suelo, vemos que el fósforo aplicado produjo una respuesta variable en el contenido de potasio en la raíz; mientras que al añadir potasio se obtuvieron incrementos en este elemento constitutivo comparado con la no aplicación del mismo (figura 5).

En el follaje con el incremento del N aparece una tendencia muy li

gera a disminuir el contenido de potasio. Asimismo el suministro de 100 mg de P no produjo cambios en el elemento analizado para todas las combinaciones donde no se añadió K; en cambio sí provocó un pequeño descenso en aquellos casos en que el K fue incorporado al suelo (figura 6).

Por otra parte los contenidos de potasio son más elevados en el follaje que los obtenidos en la raíz (figuras 5 y 6).

Calcio

El calcio en la raíz posee una tendencia general a aumentar con la fertilización nitrogenada. Por otra parte el P no modifica apreciablemente los valores de calcio obtenidos al referirnos a los tratamientos donde no fue añadido.

La aplicación de K modifica el patrón de la respuesta a dicho fertilizante especialmente cuando se añaden 100 mg de P (figura 7).

En el follaje aparece una tendencia a aumentar el contenido de calcio con el N añadido para todas las combinaciones NPK. Por otro lado el P y el K aplicados de manera independiente no afectan el nivel del elemento analizado, cuando los comparamos con sus respectivas combinaciones donde no fueron añadidos (figura 8).

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

Magnesio

En los tratamientos en que no se suministró P ni K, el nivel de magnesio no se afectó sensiblemente en la raíz con la adición de N; mientras que al incorporar 100 mg de P, aumenta con la fertilización nitrogenada. En los casos en que no se aplicó P, pero se añadió K, el contenido de magnesio no varía prácticamente con el aumento del N agregado al suelo. Cuando se añade P y K (100 mg) respectivamente, se repite el efecto descrito para las combinaciones donde no se aplicó K y se suministraron 100 mg de P. Con la adición de K se registra una leve disminución del magnesio analizado con respecto a los tratamientos donde no se aplicó este elemen

to (figura 9).

En el follaje, el contenido de magnesio se incrementa levemente con la adición de N con excepción del tratamiento que no recibió fósforo y se fertilizó con potasio que tendió a disminuir. La aplicación de 100 mg de P no produce cambios notables en el elemento analizado. En los casos en que se aplica K, el contenido de magnesio aumenta levemente con la adición de 100 mg

de N y disminuye con la siguiente dosis de N (200 mg). En general, la fertilización potásica no afectó sensiblemente los niveles de magnesio aunque, se observa una tendencia a disminuirlo (figura 10).

No aparecen grandes diferencias en la distribución del magnesio entre la raíz y el follaje, aunque se observa que son superiores en esta última parte de la planta (figuras 9 y 10).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El suelo utilizado en el experimento muestra un contenido relativamente bajo de los principales nutrientes en forma asimilable (tabla 1); no obstante la respuesta a la fertilización NPK, expresada como contenido de los nutrientes en las partes estudiadas, en términos generales resultó variable ya que solamente el N y el K de manera independiente incrementaron sus niveles endógenos al añadirse estos elementos al suelo. Sin embargo, la acción combinada del N y el P añadidos incrementó el contenido de nitrógeno en las partes aéreas de la planta (figuras 1 y 2). Esto pudiera sugerir que el P en la concentración en que fue añadido al suelo mejora la disponibilidad del nitrógeno y por consiguiente su absorción y translocación hacia el follaje. Thimann *et al.*, (1958) señalaron la importancia de un balance adecuado en el follaje para el crecimiento de especies forestales y citaron especialmente las relaciones N/P, N/K, y K/P.

En presencia de P y K el mayor incremento del contenido de nitrógeno se produjo cuando se añadieron al suelo 200 mg de este elemento. Es evidente que con la adición de NP (200 y 100 mg, respectivamente) se logran los mismos tenores de nitrógeno que al añadir NPK (200, 100 y 100 mg, respectivamente). Sin embargo, en general la aplicación de 100 mg de N favorece la absorción de los nutrientes con excepción del K que resultó disminuido. Este comportamiento manifiesta una posible relación, negativa entre estos elementos y coincide con los resultados

obtenidos por R.A.Herrera *et al.*, (inédito)¹, que demuestran que ninguno de los indicadores del crecimiento medidos se vieron afectados significativamente por la adición de NK, contrariamente a lo que sucedió con las adiciones de NP y PK. Estas relaciones parecen estar asociadas con los requerimientos específicos de la especie, las características nutricionales del sustrato y las proporciones en que se encuentran los elementos (totales o asimilables) en el mismo.

La absorción, expresada en términos del contenido del nutriente, parece estar influida por las condiciones nutrimentales del suelo. Por otra parte la majagua es una especie de rápido crecimiento, por lo que es de esperar que la absorción y translocación del nitrógeno ocurra de manera rápida por ser el follaje y en especial las hojas, órganos donde se produce la síntesis proteica y la utilización del nitrógeno.

El fósforo, tuvo un comportamiento variable en cuanto a su distribución en los órganos analizados. Un efecto similar se observó en el propio experimento cuando se empleó suelo Ferralítico Rojo (Hernández y Alonso, en prensa) en ese caso se analizaron como posibles causas del comportamiento la escasa respuesta a la fertilización fosfórica y la contaminación producida por el suelo en el análisis de la raíz. Sin embargo aunque la adición del fósforo no produjo efectos marcados sobre los contenidos de los nutrien

tes estudiados, el análisis de los índices morfofisiológicos medidos demostró que la aplicación de este nutriente tanto cuando se añadió solo como en las diferentes combinaciones empleadas afectó de manera significativa los mismos (tabla 2). Es posible pensar que los contenidos de P no se vieron aumentados por un efecto de dilución al incrementarse la producción foliar como resultado de los tratamientos empleados. Heilman y Gessel (1963) encontraron que los niveles de fósforo y potasio en las agujas de Douglas-Fir fertilizados con nitrógeno fueron menores que en aquellos donde no se fertilizó y atribuyeron este hecho a un efecto de dilución. No obstante con el resto de los nutrientes no sucedió lo mismo incluyendo el calcio y el magnesio que no fueron añadidos al suelo; además la adición de NK, en todas sus combinaciones, produjo los menores contenidos de fósforo en el follaje (0,05%), este hecho nos sugiere que en las concentraciones en que fueron añadidos estos nutrientes la absorción y el transporte del fósforo hacia las partes aéreas, en términos de su contenido, se vio afectado y esto pudo incidir en que se obtuvieran plántulas menos desarrolladas para estos tratamientos.

El potasio fue el elemento que de manera independiente produjo la mayor respuesta en términos de su contenido en el follaje (figura 6) y las plántulas menos desarrolladas (tabla 2). Este hecho reafirma la idea de que el incremento en la concentración mineral en el follaje no siempre puede ser relacionada con un buen desarrollo de la planta (Kramer y Kozlowski, 1960). Se conoce además, que las plantas pueden absorber excesos de potasio en condiciones de abundancia de este en el sustrato (Crespo y cols., 1979). Por otra parte este tratamiento donde solamente se fertilizó con potasio presentó la mayor relación raíz/parte aérea, aunque ésta no difirió significativamente de otros tratamientos empleados (tabla 2). Boote, 1976 y Chapin, 1980 señalaron que la relación raíz/parte aérea aumenta entre otras causas, por un bajo suministro de nutrientes, también Chapin (1980) analizó la alta plasticidad de este carác-

ter y apuntó que un valor elevado de la raíz/parte aérea constituye una respuesta fenotípica al stress nutricional. Por esta razón en nuestro caso pensamos que el mayor valor de esta relación no debe asociarse con un suministro adecuado de nutrientes, sino que por el contrario al parecer es reflejo de un desbalance entre los iones presentes debido a los bajos valores obtenidos para los índices estudiados (tabla 2).

En cuanto al calcio al parecer se absorbe y traslada rápidamente hacia las partes aéreas de la planta y su absorción se vio favorecida por la fertilización NPK (200, 100 y 100 mg) respectivamente; en cambio en el follaje el contenido de este elemento fue mucho menos variable.

La absorción del magnesio se acentuó con la fertilización fosfórica; aunque en general la respuesta fue variable con respecto a los diferentes tratamientos. Con relación a su movilidad, al parecer la velocidad de translocación de este nutriente es elevada en este estadio lo que responde a los requerimientos de la especie en las condiciones específicas en que se desarrolla la planta.

La escasa información sobre la nutrición de especies latifoliadas y en especial de la majagua no ha permitido la discusión comparativa de nuestros resultados con otros que se hayan obtenido anteriormente.

Por otra parte el análisis de nuestros resultados ha reflejado una mayor respuesta de los elementos estudiados para este suelo bajo la influencia de la fertilización empleada cuando los comparamos con los obtenidos para el suelo Rojo Ferralítico (Hernández y Alonso en prensa) lo que indica que el comportamiento de los nutrientes analizados depende en gran medida de las condiciones nutrimentales del suelo donde la planta se desarrolla. Así se observa que las proporciones en que fueron aplicados los elementos nitrógeno, fósforo y potasio no resultan adecuadas debido a las diferencias que se obtienen para los efectos individuales y combinados de los nutrientes

incorporados al suelo lo que demuestra que no se encuentran en una relación balanceada.

Creemos que dada la importancia económica de esta especie, su rápido crecimiento y las múltiples ven-

tajas que presenta como especie forestal se debe continuar profundizando en los estudios de su nutrición con el propósito de conocer la fertilización adecuada para la fase de vivero.

RECONOCIMIENTO

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 de-

sarrollo del mismo. Reconocemos asimismo, la ayuda prestada por la compañera Delfina Coire del Laboratorio Químico del Laboratorio Técnico de Medicamentos en la determinación del potasio.

Tabla 1. Características químicas del suelo.

Indicador	Valor
pH Agua -----	5,33
. KCl -----	4,50
M.O % -----	1,46
N, ppm -----	21,9
P, ppm -----	2,0
K, ppm -----	22,7
Ca, ppm -----	125,0
Mg, ppm -----	75,0
Na, ppm -----	10,0
C.C.B. me/100 mg. -----	1,33

Tabla 2. Influencia de 12 combinaciones de NPK sobre el crecimiento de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en suelo Amarillo Tropical Típico (Datos obtenidos por R.A.Herrera y cols., inédito).

N.P.K (mg)	Altura Final \bar{X} (cm)	Peso Seco (g)		Parte aérea/ Raíz
		Raíz Total	Follaje Peso Seco	
0 0	14,3	0,43	0,83	2,77 a-d
100 0	24,0	0,58	0,96	1,73 d
0 100	28,4	0,88	1,99	2,47 a-d
0 0 100	13,6	0,15	0,62	4,16 a
0 100 100	29,0	1,10	2,64	2,40 b-d
100 100 0	28,5	1,09	2,82	2,58 b-d
100 0 100	20,0	0,41	1,26	3,37 a-c
100 100 100	34,8	1,72	4,06	2,40 b-d
200 0 0	24,0	0,84	1,74	2,08 cd
200 100 0	33,2	0,98	3,30	3,63 ab
200 0 100	24,2	0,49	1,25	2,74 ad
200 100 100	38,6	1,78	5,78	3,22 ad
EE	2,94	0,18	0,43	0,44

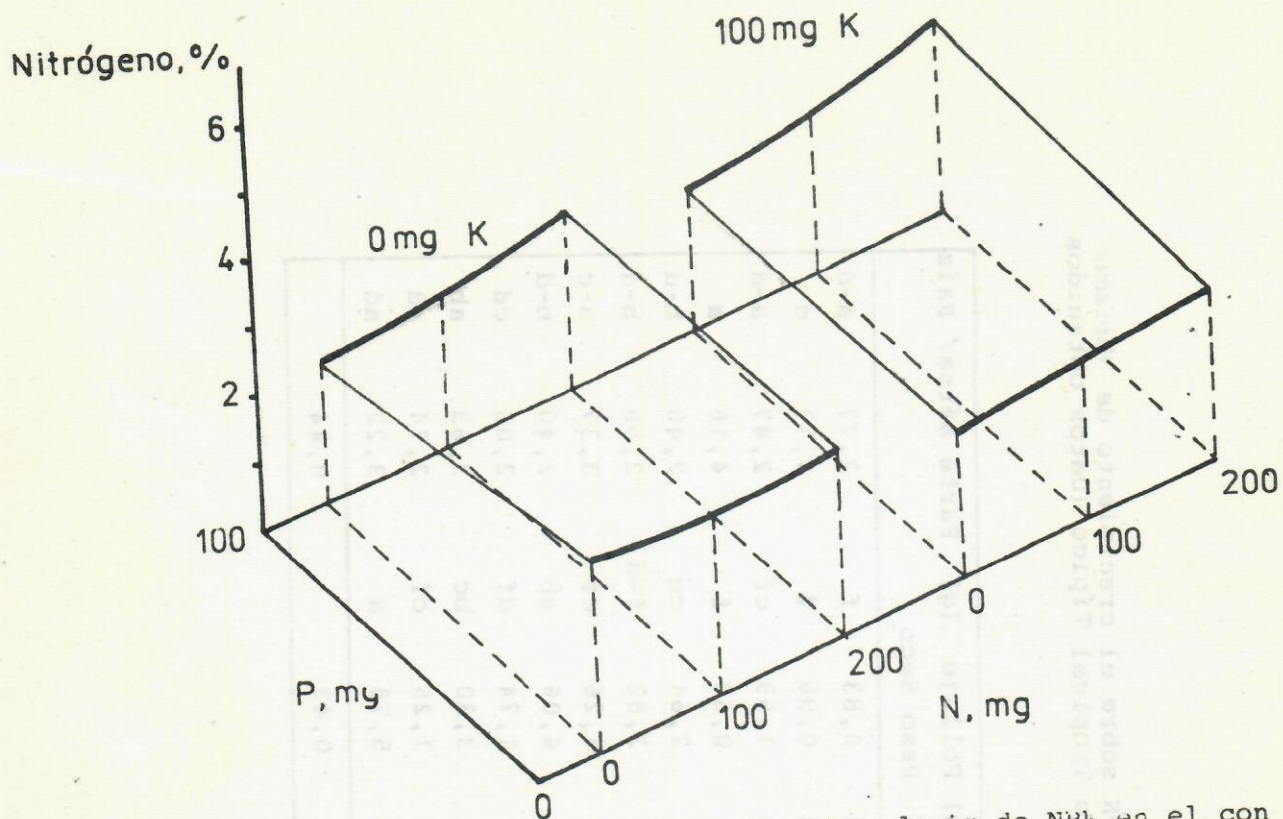


Figura 1. Influencia de la adición de diferentes dosis de NPK en el contenido de nitrógeno (%) de la raíz de majaagua

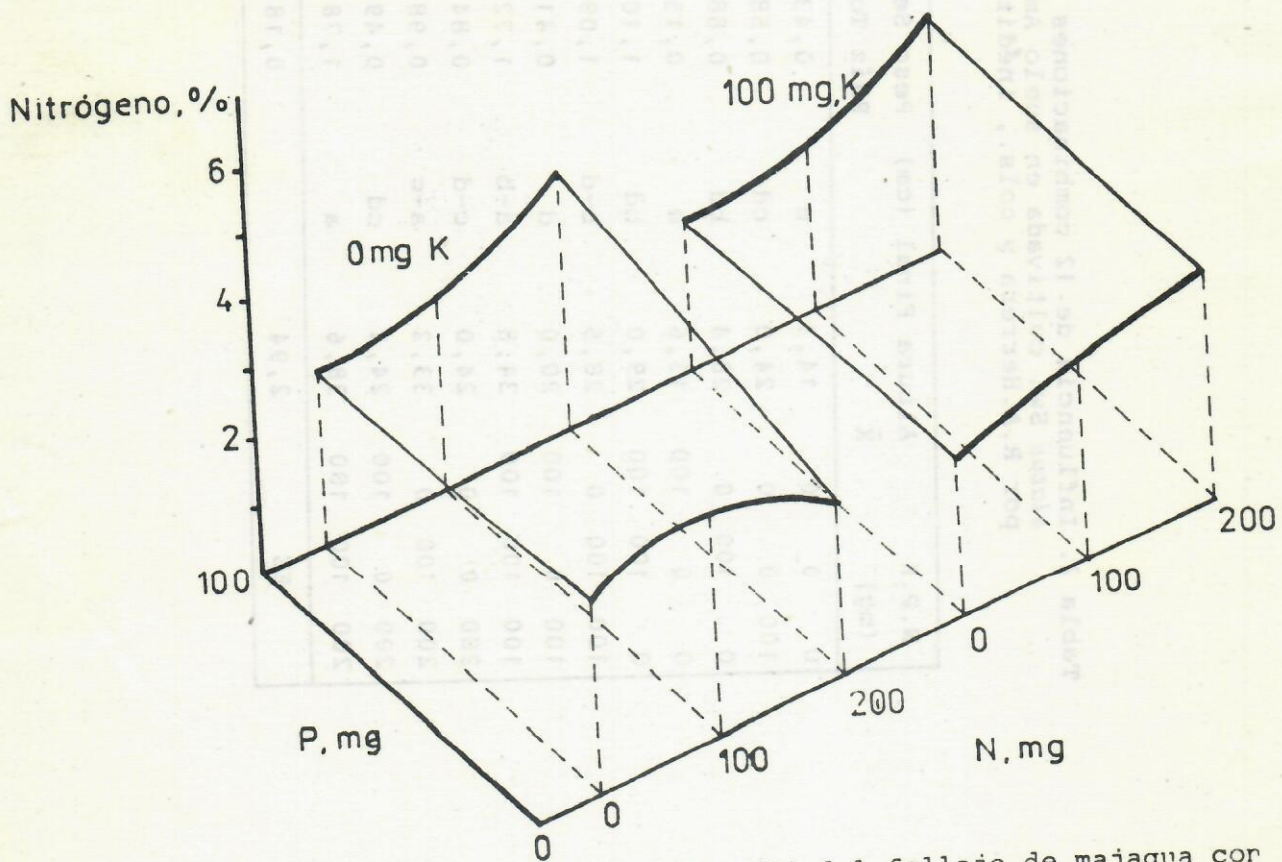


Figura 2. Comportamiento del nitrógeno (%) del follaje de majaagua con distintas dosis de NPK

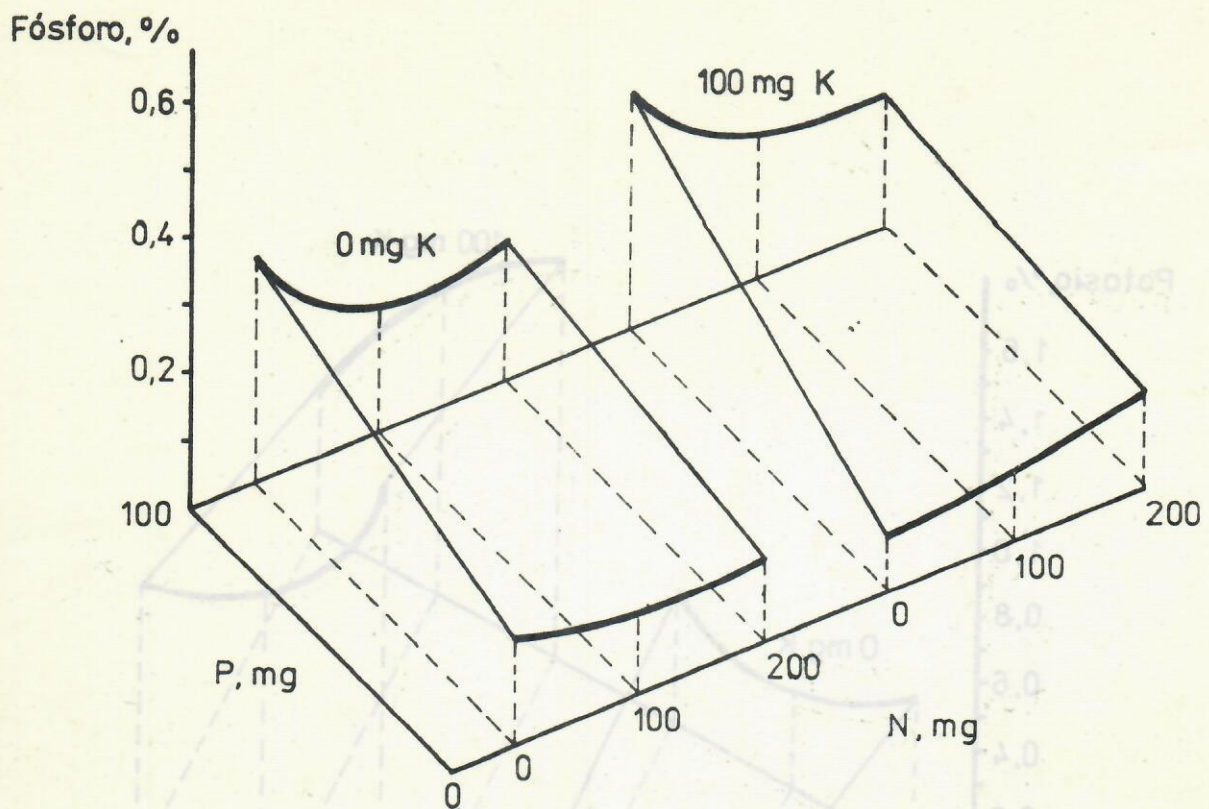


Figura 3. Fluctuaciones del fósforo (%) en raíz de majagua con fertilización NPK

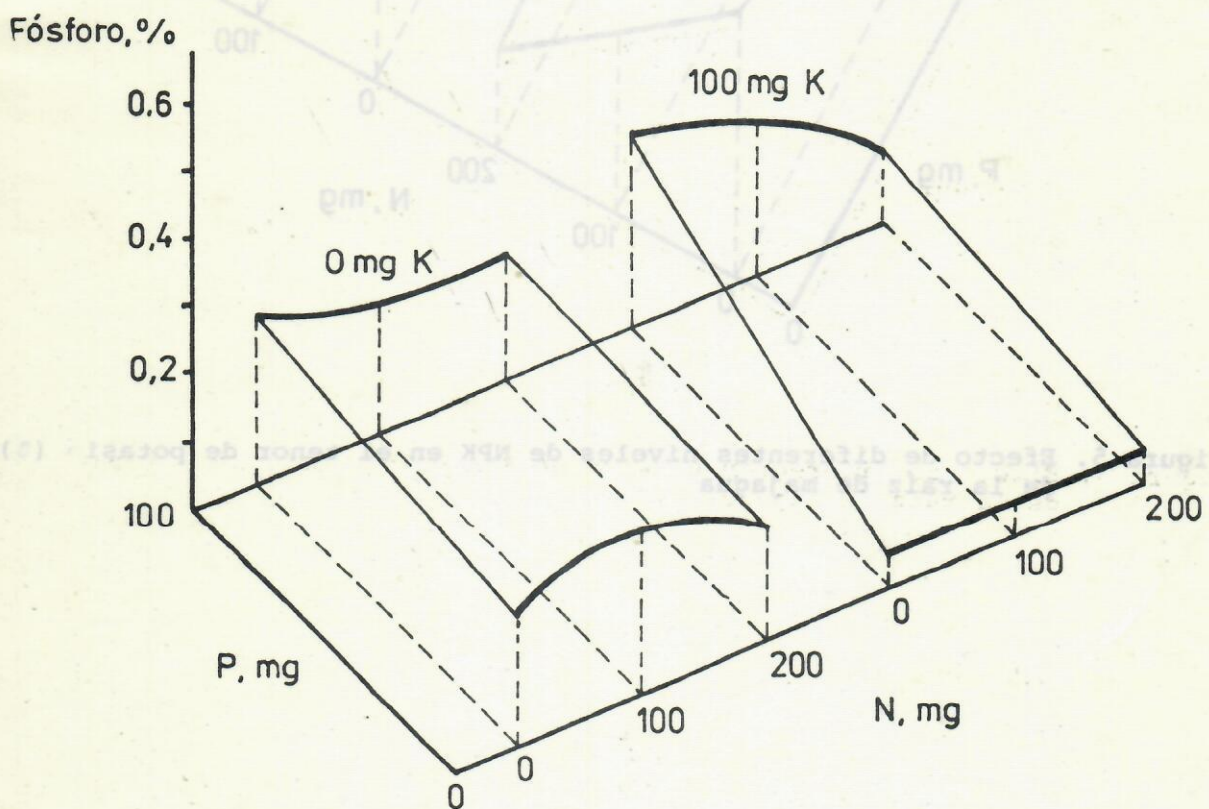


Figura 4. Variaciones del fósforo (%) en el follaje de la majagua con fertilización NPK

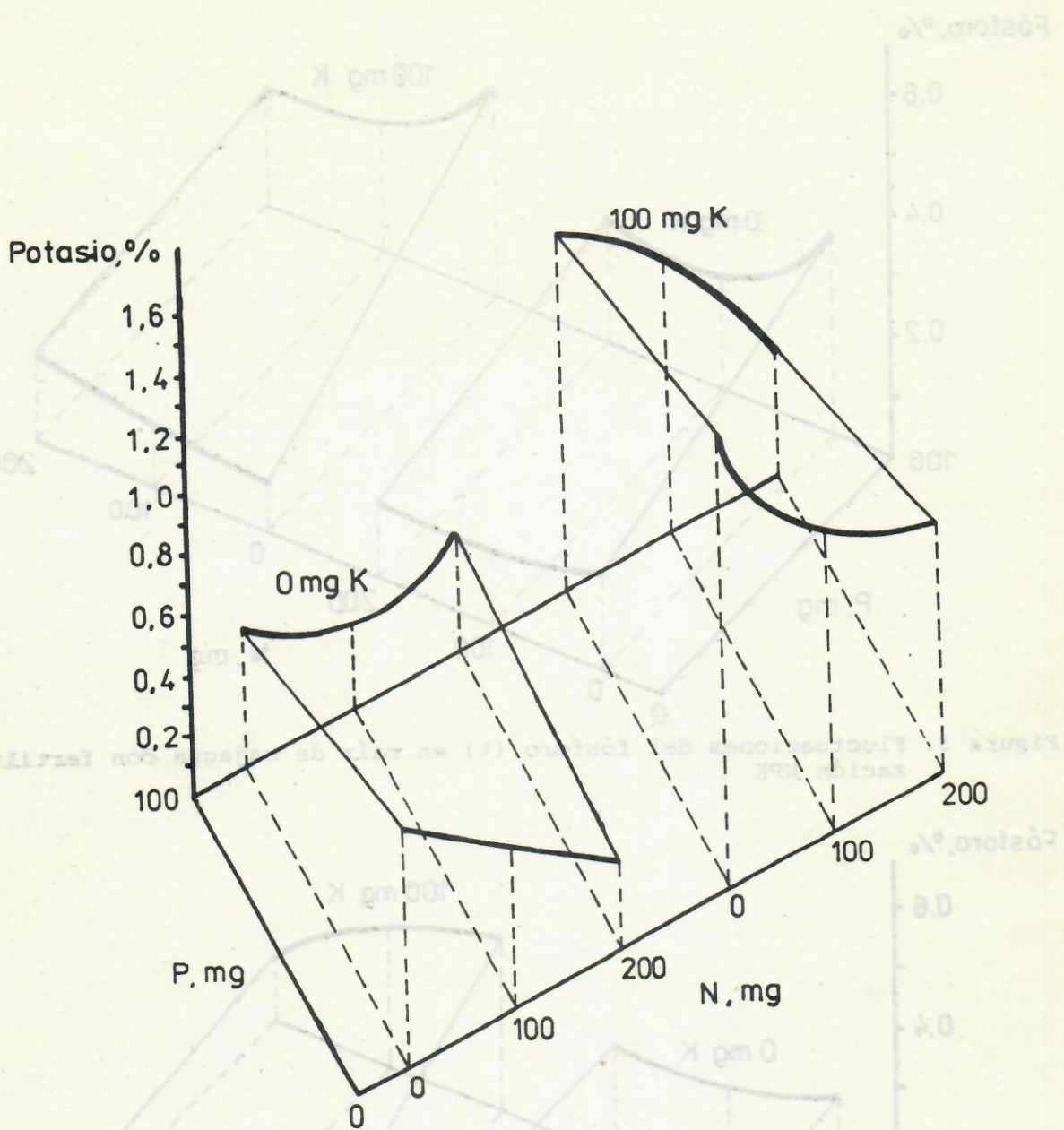


Figura 5. Efecto de diferentes niveles de NPK en el tenor de potasio (%) de la raíz de majagua

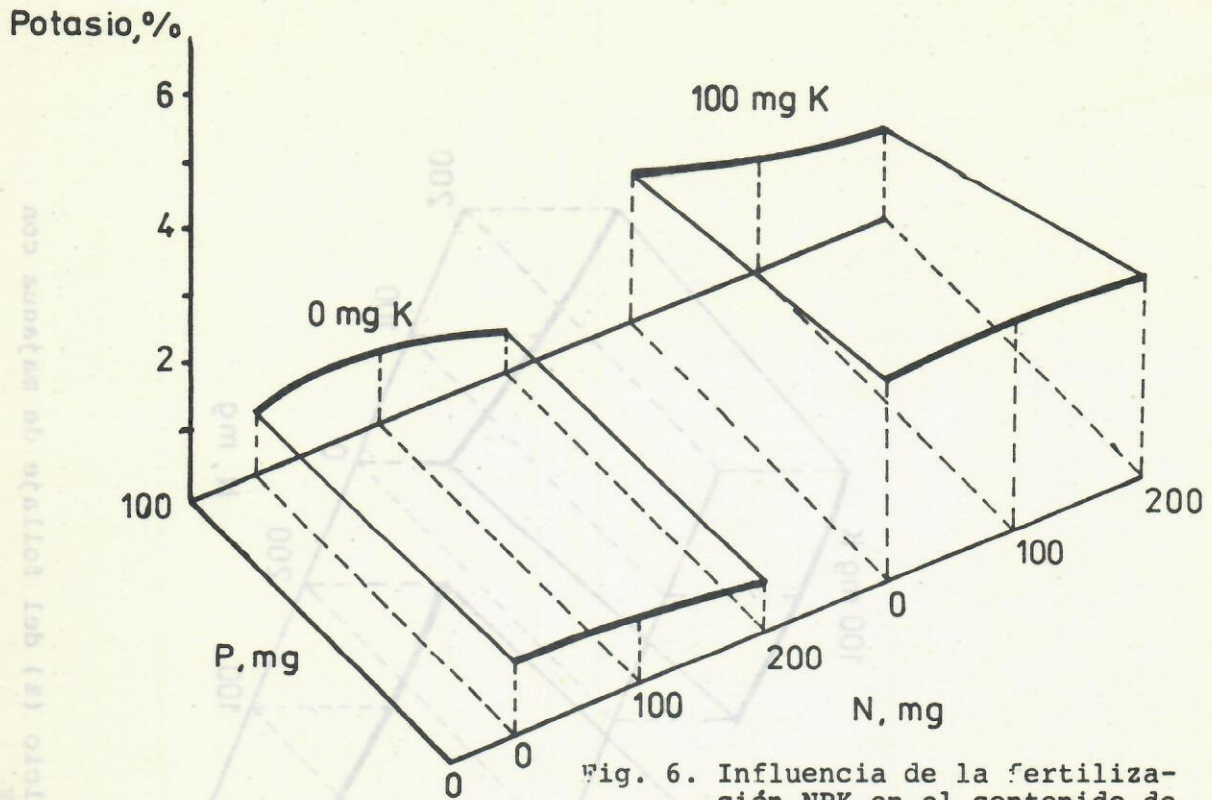
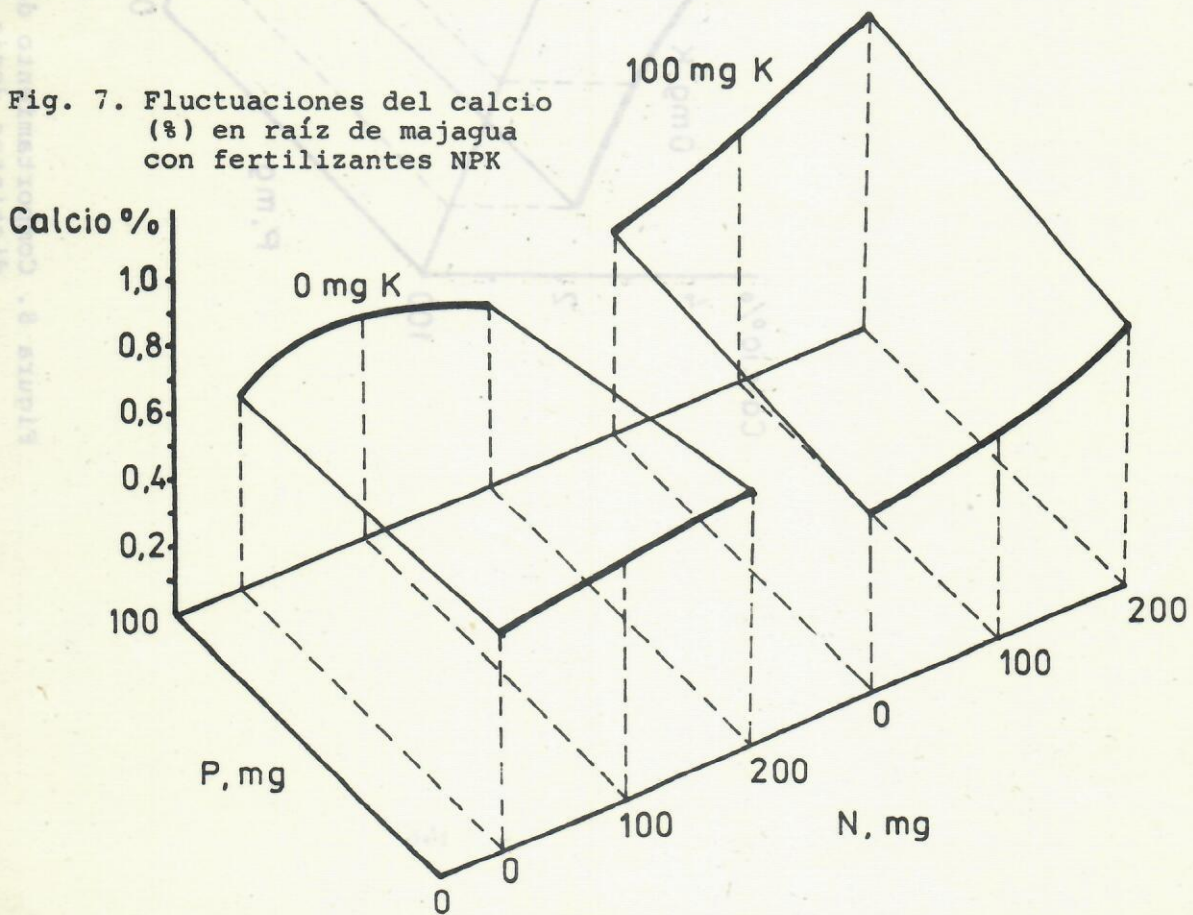


Fig. 6. Influencia de la fertilización NPK en el contenido de potasio (%) del follaje de la majagua

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



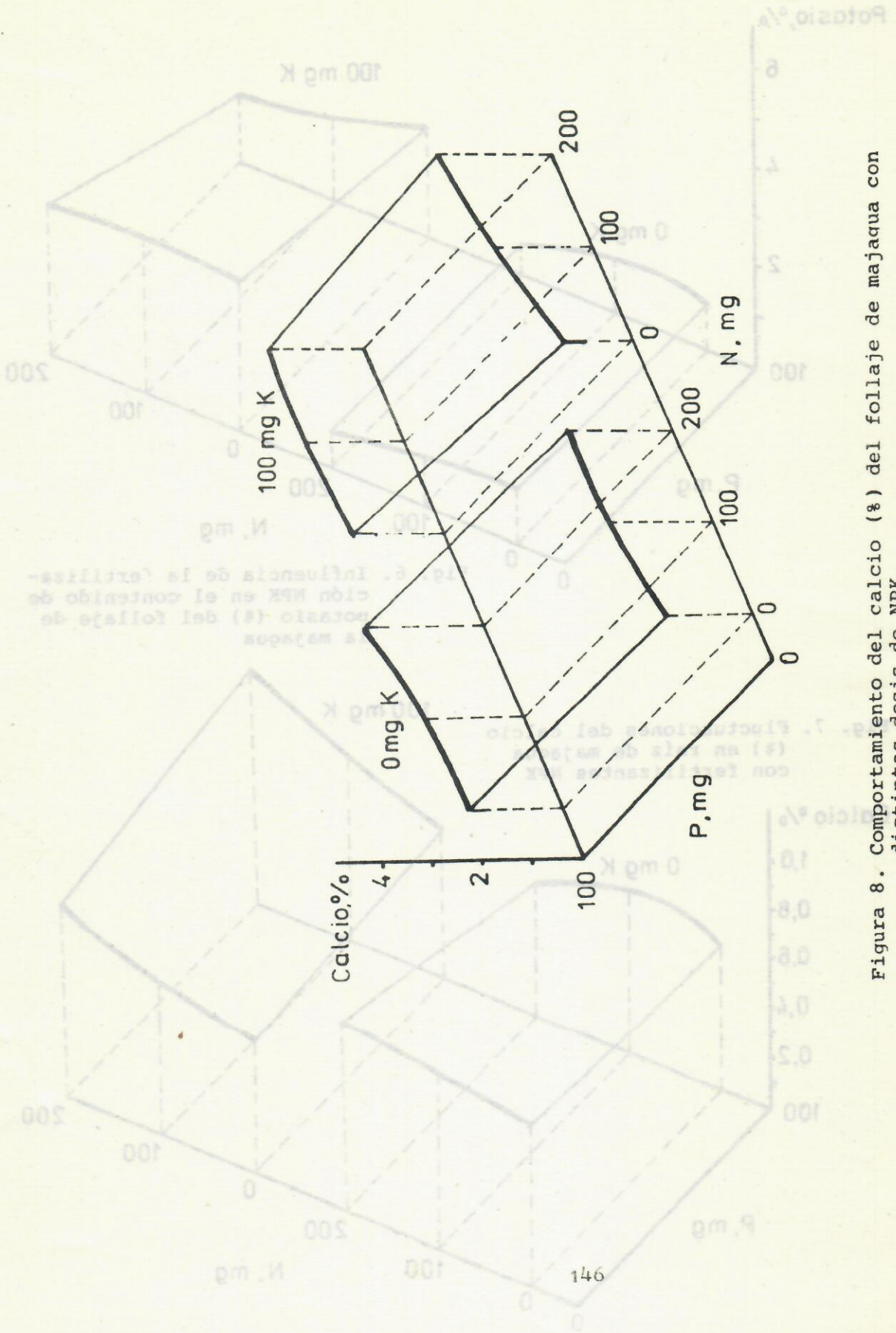


Figura 8. Comportamiento del calcio (%) del follaje de majaqua con distintas dosis de NPK

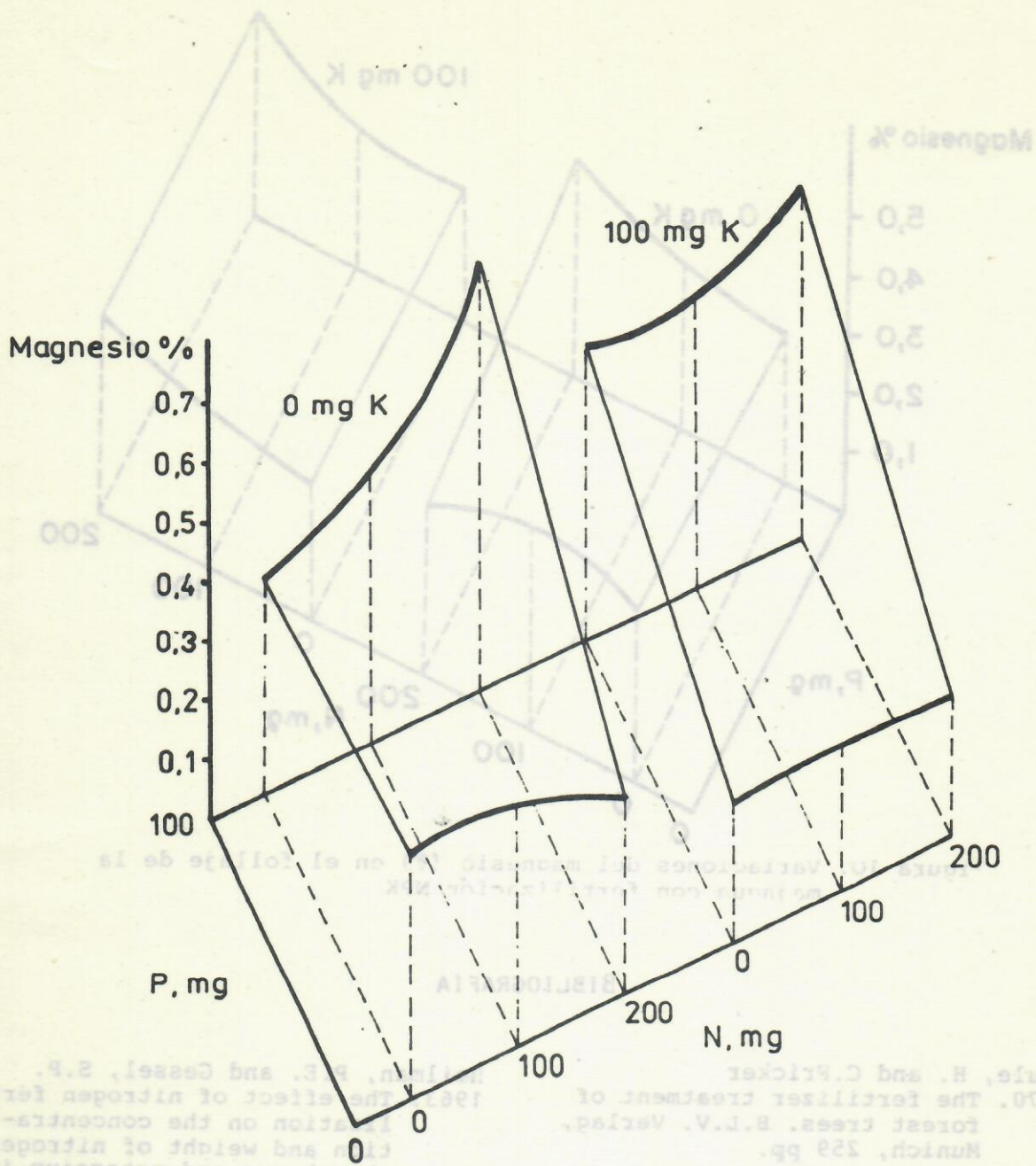


Figura 9. Efecto de diferentes niveles de NPK en el tenor de magnesio de la raíz de majaagua

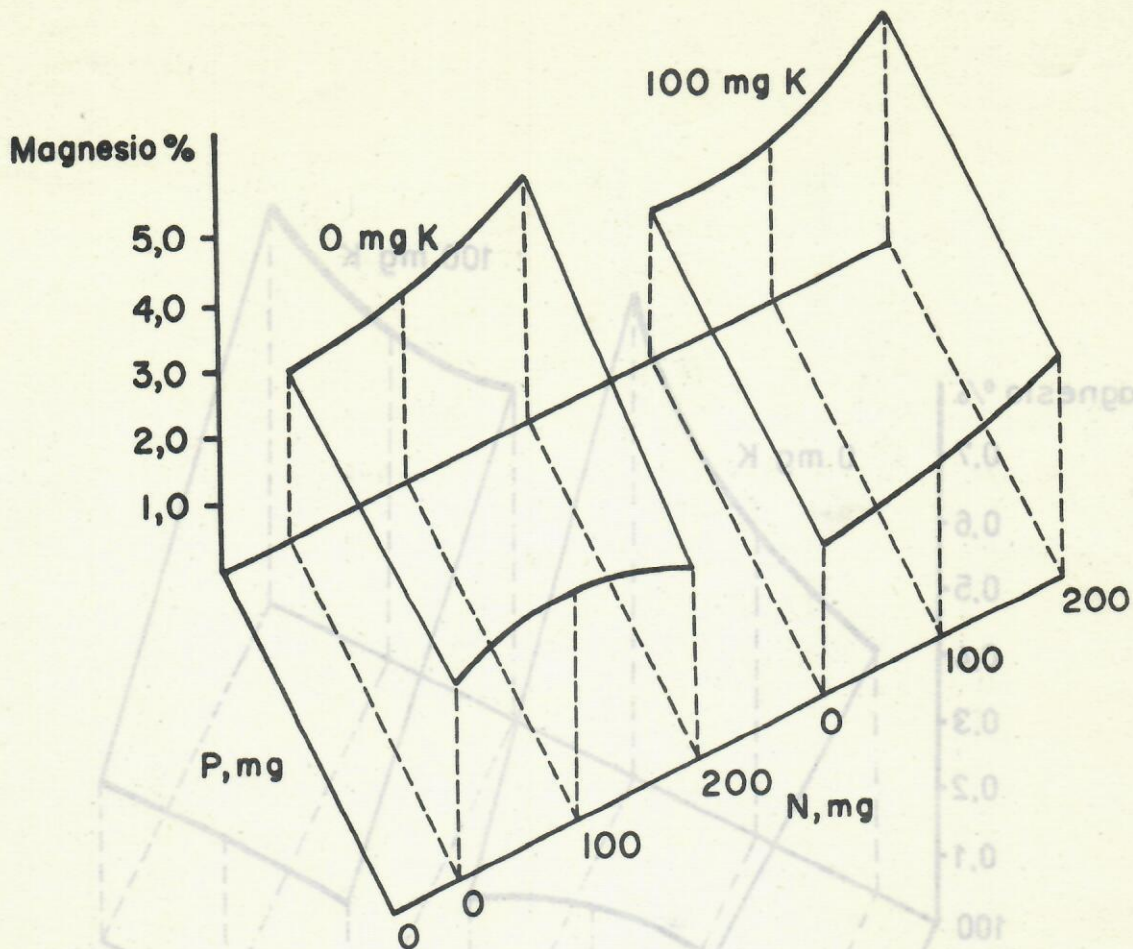


Figura 10. Variaciones del magnesio (%) en el follaje de la majagua con fertilización NPK

BIBLIOGRAFÍA

- Baule, H. and C. Fricker
1970. The fertilizer treatment of forest trees. B.L.V. Verlag, Munich, 259 pp.
- Boote, K.J.
1976. Root: Shoot Relationships. *Soil. Sci. Soc. Fla. Proc.* 36: 15-23.
- Crespo, G., J.L. Aspiólea y M. López
1979. Nutrición de pastos. En *Los pastos de Cuba* (F. Funes; G. Febles; M. Sistachs; J.J. Suárez y F. Pérez-Infante, eds.), Inst. Cienc. Animal, La Habana 1, pp 237-288.
- Coy, A.
1979. Fertilización en viveros. *Inst. Forest. Latino Amer. Bol. Bibliogr.* 47:1-23.
- Heilman, P.E. and Gessel, S.P.
1963. The effect of nitrogen fertilization on the concentration and weight of nitrogen, phosphorus and potassium in Douglas-Fir trees. *Soil Sci. Amer. Proc.* 27: 90-93.
- Hernández, G. y C. Alonso (en prensa)
Respuesta de la majagua (*Hibiscus elatus* Sw.) a la fertilización NPK en diferentes suelos. I. Suelo Ferralítico Rojo. *Rev. Jard. Bot. Mac.*
- Instituto de Suelos:
1973. Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 315 pp.

Chapin, F.S. III.
 1980. The mineral nutrition of
 wild plants. *Ann. Rev. Ecol.
 Syst.* 11: 233-260.

Thimann, K.V.; W.B.Critchfield and
 M.H.Zimmermann
 1958. The physiology of forest
 trees. The Ronald Press,
 New York, 678 pp.

PUBLICACIONES EDITADAS

Recibido: 3 de julio de 1984.

19 de junio de 1981	No. 1 - 1980	I	Volumen
8 de julio de 1981	No. 2 - 1980	I	Volumen
21 de julio de 1981	No. 1 - 1981	II	Volumen
30 de nov. de 1981	No. 2 - 1981	II	Volumen
11 de marzo de 1982	No. 3 - 1981	II	Volumen
23 de junio de 1982	No. 1 - 1982	III	Volumen
10 de nov. de 1982	No. 2 - 1982	III	Volumen
10 de marzo de 1983	No. 3 - 1982	III	Volumen
21 de oct. de 1983	No. 1 - 1983	IV	Volumen
8 de nov. de 1983	No. 2 - 1983	IV	Volumen
21 de feb. de 1984	No. 3 - 1983	IV	Volumen
17 de mayo de 1984	No. 1 - 1984	V	Volumen
14 de agosto de 1984	No. 2 - 1984	V	Volumen
7 de mayo de 1985	No. 3 - 1984	V	Volumen

PUBLICACIONES EDITADAS

Volumen	I	No. 1	- 1980	19 de junio de 1981
Volumen	I	No. 2-3	- 1980	8 de julio de 1981
Volumen	II	No. 1	- 1981	21 de julio de 1981
Volumen	II	No. 2	- 1981	30 de nov. de 1981
Volumen	II	No. 3	- 1981	11 de marzo de 1982
Volumen	III	No. 1	- 1982	28 de junio de 1982
Volumen	III	No. 2	- 1982	20 de nov. de 1982
Volumen	III	No. 3	- 1982	10 de marzo de 1983
Volumen	IV	No. 1	- 1983	21 de oct. de 1983
Volumen	IV	No. 2	- 1983	8 de nov. de 1983
Volumen	IV	No. 3	- 1983	27 de feb. de 1984
Volumen	V	No. 1	- 1984	7 de mayo de 1984
Volumen	V	No. 2	- 1984	14 de agosto de 1984
Volumen	V	No. 3	- 1984	7 de mayo de 1985
