

## EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE MOLIBDENO, FOSFORO Y CALCIO SOBRE LA NODULACION Y CRECIMIENTO DEL FRIJOL EN UN ULTISOL DE PURISCAL<sup>1/</sup>\*

Oscar Acuña \*\*  
Alvaro Cordero \*\*

### ABSTRACT

Effect of molybdenum, phosphorus and calcium on common bean nodulation and growth in an Ultisol from Puriscal, Costa Rica. The effect of three levels of P (0, 675 and 1350 mg/kg); Ca (0, 3.4 and 6.1 t/ha) and Mo (0, 0.05 and 0.1 kg/ha) in combination with *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* on common bean (*Phaseolus vulgaris*) var. 'Negro Huasteco' nodulation and growth were evaluated, under greenhouse conditions, in a Ultisol from Puriscal. At 50% flowering, plant height, dry weight of foliar tissue, fresh root weight and nodule dry weight were determined. Maximum plant height was obtained when 0.05 kg/ha Mo and 1350 mg/kg P were applied. Fresh root weight was also maximum when 6.1 t/ha Ca and 1350 mg/kg P were added. Dry weight of foliar tissue was highest when 0.1 kg/ha Mo and 675 mg/kg P were added. Nodulation was enhanced when P fertilization increased from 0 to 1350 mg/kg. A similar pattern was observed when Ca was added. Maximum nodule dry weight was obtained in those treatments including 6.1 t/ha Ca and 1350 mg/kg P. The results point out to the beneficial effect of Ca and P upon N fixation by common bean in soils of low fertility and high acidity.

### INTRODUCCION

Los suelos clasificados como Ultisoles son muy problemáticos para su uso agrícola especialmente por su alta acidez, alta saturación de Al y baja disponibilidad de algunos elementos como el P y los micronutrientes (Serpa y González, 1989). Estas condiciones han obligado a la búsqueda de posibles soluciones que permitan un mejor aprovechamiento de estos suelos.

Quirós y González (1979), estudiaron la neutralización del Al intercambiable y el aprove-

chamiento del P en suelos ácidos y encontraron que el encalado mejoró la fertilidad del suelo debido a una neutralización del Al y una mayor disponibilidad de Ca y P. Estos mismos resultados fueron obtenidos por Serpa y González (1979).

González y González (1981), estudiaron la neutralización del Al en diez suelos ácidos y observaron un mejor comportamiento del sorgo como planta indicadora, cuando la neutralización fue de tres a cuatro veces la cantidad del Al de cambio.

Méndez y Kamprath (1978), estudiaron el efecto del encalado sobre la respuesta del P en un latosol y observaron que cuando se encaló y se aplicaron bajas dosis de P hubo mayor respuesta en el crecimiento del millo. Summer (1979) evaluó el efecto de varias dosis de encalado y del P sobre el crecimiento de la alfalfa y el sorgo, y

1/ Recibido para publicación el 29 de mayo de 1989.  
\* Trabajo financiado por el proyecto VI-733-86-107 de la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica.  
\*\* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

encontró una mejor respuesta de estos cultivos a dosis altas de encalado y bajo suministro de P.

Por otra parte, se ha observado que el frijol, por su capacidad de fijar N atmosférico, tiene una demanda especial por Mo (Scharauser, 1976).

Dalal y Quirós (1977) evaluaron el efecto de la aplicación de Mo sobre la nodulación en el gandul y no obtuvieron buena respuesta, posiblemente por estar este elemento en cantidades suficientes en el suelo. Janssen y Vitosh (1974) también estudiaron el efecto del Mo sobre la actividad nodular en frijol y observaron poca influencia.

El presente trabajo tuvo como objetivos evaluar el efecto del encalado y la fertilización con P y Mo sobre la nodulación y el crecimiento del frijol común en un Ultisol de Puriscal.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el invernadero del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica. Se utilizó un suelo proveniente de la zona de Puriscal, clasificado como Ultisol, cuyas características químicas aparecen en el Cuadro 1. De acuerdo a este análisis y a las curvas de sorción de los diversos nutrimentos se determinó la fertilización necesaria, especialmente en lo que se refiere a las dosis de P y Ca a aplicar.

Un mes antes de la siembra se aplicaron al suelo las dosis de Ca usando como fuente el car-

bonato de calcio. Para determinar éstas se empleó la fórmula de reducción de la saturación de Al. Así, el nivel 1 fue de 0 t/ha, el 2 que consistió en la reducción de la saturación al 50% fue de 3,4 t/ha, y el 3, con una reducción de la saturación al 30% correspondió a 6,1 t/ha.

Las tres dosis de P establecidas mediante las curvas de sorción fueron de 0, 675 y 1350 mg/kg. La fuente empleada fue el ácido fosfórico. Las tres dosis de Mo fueron de 0; 0,05 y 0,1 kg/ha, suministradas con molibdato de sodio.

Además se aplicó una fertilización base de 60 mg/kg de K y 12 mg/kg de S, usando como fuente sulfato de potasio. También se tuvo un testigo con N (70 mg/kg), empleando como fuente nitrato de amonio.

El suelo fertilizado se colocó en recipientes de 1 kg de capacidad y se sembró en cada uno de ellos cuatro semillas de frijol de la variedad 'Negro Huasteco', que fueron inoculadas con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* para lo cual se utilizó un inoculante preparado en el Laboratorio de Microbiología de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas, con la cepa CR-436.

El diseño experimental empleado fue el irrestricto al azar con un arreglo factorial 3x3x3 con tres repeticiones.

Las variables evaluadas al 50% de floración fueron la altura de las plantas, el peso seco de la parte aérea, el peso fresco de raíces y el peso seco de nódulos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Altura promedio de las plantas

Se presentó una respuesta significativa cuando se evaluó la interacción entre las dosis de Mo y P sobre esta variable. La mayor altura se obtuvo cuando se aplicó 0,05 kg/ha de Mo y 1350 mg/kg de P, siendo ésta de 16,83 cm (Figura 1). Con la dosis de 0,1 kg/ha de Mo la altura aumentó cuando se pasó de 0 a 675 mg/kg de P, pero luego se redujo al adicionar 1350 mg/kg de P. Esto quiere decir que con la adición de más Mo se logró reducir la aplicación de P a la mitad sin afectar la altura de las plantas de frijol, lo que sugiere un posible beneficio de la fertilización con Mo para dicho cultivo cuando se siembra en un suelo como éste.

Cuadro 1. Características químicas del suelo Ultisol estudiado, Puriscal.

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| M.O. (%)              | 4,94  |
| pH (KCl)              | 3,5   |
| pH (H <sub>2</sub> O) | 4,6   |
| P (mg/kg)             | 8     |
| Ca (cmol(+)/kg)       | 2,0   |
| Mg (cmol(+)/kg)       | 1,0   |
| K (cmol(+)/kg)        | 0,41  |
| CICE                  | 14,21 |
| Al (cmol(+)/kg)       | 10,8  |
| % SA                  | 76    |
| Fe (mg/kg)            | 340   |
| Cu (mg/kg)            | 6     |
| Zn (mg/kg)            | 2,0   |
| Mn (mg/kg)            | 17    |

SA= % de saturación Al.

**Peso seco promedio de la parte aérea**

En este caso, la única interacción estadísticamente significativa, que se presentó fue la misma, entre las dosis de Mo y de P. Se observó un incremento en el peso cuando se pasó de 0 a 675 mg/kg de P con ambas dosis de Mo y el valor más alto se obtuvo con la aplicación de 0,1 kg/ha de Mo (Figura 2). Cuando se aumentó la dosis de P de 675 a 1350 mg/kg, se presentó una disminución en el peso seco en todas las dosis de Mo. Esta variable también mostró, bajo las condiciones en que se realizó el experimento, el efecto beneficioso de la aplicación de Mo para el frijol, y una respuesta favorable a la aplicación de cantidades intermedias de P.

**Peso fresco de raíces**

Cuando se evaluó esta variable se obtuvo una interacción altamente significativa entre las dosis de P y Ca. Conforme se aumentaron ambos elementos, el peso de las raíces fue mayor. Este fue de 20,75 g con la aplicación de 6,1 t/ha de Ca y 1350 mg/kg de P (Figura 3), lo que quiere decir

que, debido a las características químicas del suelo, es necesaria la adición de ambos elementos para favorecer el desarrollo radicular; el Ca probablemente corrige el pH, lo que permite un aumento en la disponibilidad del P.

**Peso seco promedio de nódulos**

Sobre esta variable se presentó una respuesta altamente significativa cuando se evaluaron tanto las dosis de P como las de Ca por separado. El peso de los nódulos aumentó 6 veces cuando se pasó de 0 a 1350 mg/kg de P, lo que demuestra un efecto favorable de este elemento sobre la nodulación (Figura 4). Con el Ca (Figura 5) se obtuvo el mismo comportamiento, ya que cuando no se adicionó, el peso fue de 0,06 g mientras que con 6,1 t/ha, éste aumentó a 0,161 g (3 veces más).

También, se obtuvo una respuesta estadísticamente significativa cuando se evaluó la interacción entre el P y el Ca. En este caso conforme se incrementaron las dosis de ambos elementos, el peso de los nódulos aumentó, siendo éste mayor con las dosis máximas (Figura 6).

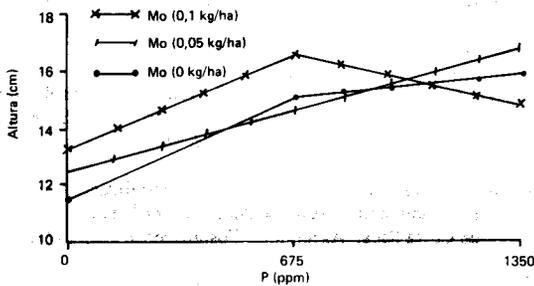


Fig. 1. Efecto de la interacción de Mo por P sobre la altura de frijol común en un Ultisol de Puriscal, en invernadero.

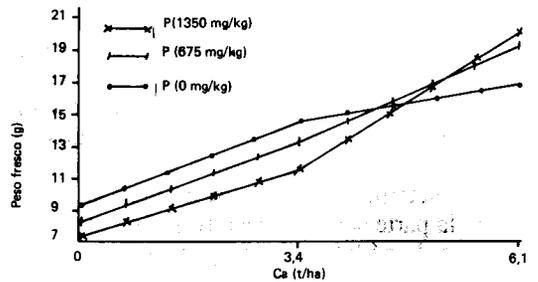


Fig. 3. Efecto de la interacción de P por Ca sobre el peso de raíces de frijol común en un Ultisol de Puriscal, en invernadero.

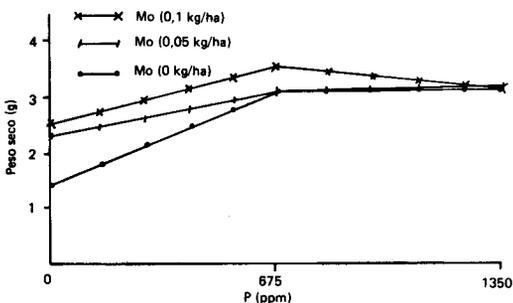


Fig. 2. Efecto de la interacción de Mo por P sobre el peso seco aéreo de frijol común en un Ultisol de Puriscal, en invernadero.

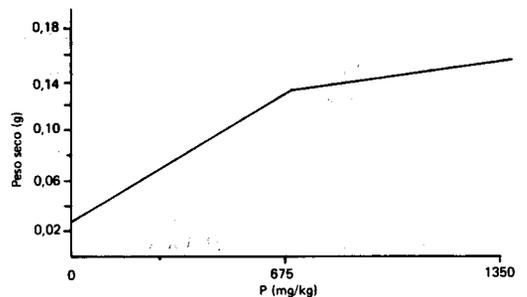


Fig. 4. Efecto de las aplicaciones de P sobre el peso de nódulos en frijol común en un Ultisol de Puriscal, en invernadero.

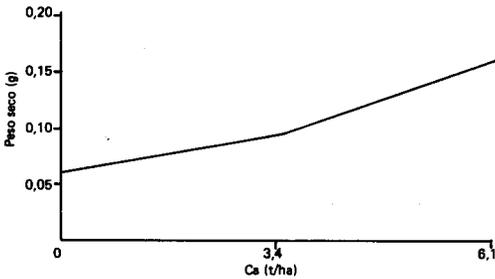


Fig. 5. Efecto de la aplicación Ca sobre el peso de nódulos en frijol común en un Ultisol de Puriscal, en invernadero.

Estos resultados reflejan la importancia del Ca y el P en el proceso de fijación de N en suelos de baja fertilidad y alta acidez.

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de la fertilización con tres dosis de P (0, 675 y 1350 mg/kg), de Ca (0; 3,4 y 6,1 t/ha), de Mo (0; 0,05 y 0,1 kg/ha) y de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* sobre la nodulación y el crecimiento del frijol, variedad 'Negro Huasteco', sembrado en un Ultisol de Puriscal, bajo condiciones de invernadero. El experimento se evaluó al 50% de floración y se determinó la altura de las plantas, el peso seco de la parte aérea, el peso fresco de raíces y el peso seco de nódulos. La mayor altura se obtuvo cuando se aplicaron las dosis de 0,05 kg/ha de Mo y 1350 mg/kg de P. El peso seco de la parte aérea fue mayor cuando se agregaron 0,1 kg/ha de Mo y 675 mg/kg de P. El peso fresco de raíces se favoreció con la adición de 6,1 t/ha de Ca y 1350 mg/kg de P. Se obtuvo un incremento en la nodulación cuando se aumentó la fertilización con P, y lo mismo ocurrió con la adición de Ca. El mayor peso de nódulos se presentó en aquellos tratamientos que incluían 6,1 t/ha de Ca y 1350 mg/kg de P. Los resultados señalan el efecto beneficioso del Ca y el P sobre la fijación de N del frijol común en suelos de baja fertilidad y alta acidez.

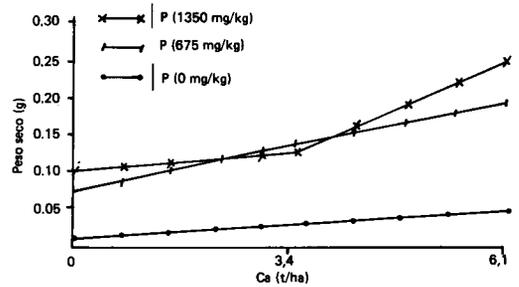


Fig. 6. Efecto de la interacción de P por Ca sobre el peso de nódulos en frijol común en un Ultisol de Puriscal, en invernadero.

### LITERATURA CITADA

- DALAL, R.; QUIET, P. 1977. Effects of N, P, liming and Mo on nutrition and grain yield of Pigeon pea. *Agronomy Journal* 69:854-857.
- GONZALEZ, L.; GONZALEZ, M. 1981. Neutralización del Al cambiante en diez suelos de San Carlos y Sarapiquí, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):37-48.
- JANSSEN, K.; VITOSH, M. 1974. Effect of lime, S and Mo on N fixation and yield of dark red Kidney beans. *Agronomy Journal* 66:736-740.
- MENDEZ, J.; KAMPRATH, J. 1978. Liming of latosols and the effect on phosphorus response. *Soil Science Society of America Journal* 42:86-88.
- QUIROS, S.; GONZALEZ, M. 1979. Neutralización del Al intercambiable y aprovechamiento del P en tres suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 3(2):137-149.
- SCHARAUSER, G. 1976. Molybdenum in biological nitrogen fixation. In *Mo in the environmental*. Proceedings International Symposium 1:243-265.
- SERPA, R.; GONZALEZ, M. 1979. Necesidad de cal en tres suelos ácidos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 3(2):101-108.
- SUMMER, M. 1979. Response of alfalfa and sorghum to lime and P on highly weathered soils. *Agronomy Journal* 71:763-766.