

## EFICIENCIA DEL USO DEL FOSFORO EN DIEZ GENOTIPOS DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.)<sup>1</sup>

Luis A. Gómez<sup>2</sup>, Vincent Vadez<sup>3</sup>, Germán Hernández<sup>4</sup>, Tamara Sánchez<sup>2</sup>, Vidalina Toscano<sup>2</sup>

### RESUMEN

**Eficiencia del uso del fósforo en diez genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).** Diez genotipos de frijol común (Jamapa, APN 18, Carioca, Río Tibají, Porrillo, POT 51, BAT 271, Bolita 42, Calima y CC 25-9N) fueron cultivados en solución nutritiva, intensamente aereado, con cinco dosis semanales de fósforo (0; 62,5; 125; 187,5 y 1875 mM/planta) y 2 mM de N en forma de KNO<sub>3</sub>, para evaluar producción de biomasa foliar, contenido de P en la misma, así como calcular el parámetro de Eficiencia de Uso al Fósforo (EUP) a partir de éstos y relacionarlos con los niveles de concentración con que se nutrieron las plantas. Los niveles óptimos de requerimiento obtenido a partir, tanto de los resultados de biomasa, como de la EUP, oscilaron entre 62,5-187,5 mM de P/planta/semana, lo cual evidencia diferencias en la nutrición fosfórica dentro del género. POT 51 mostró el más bajo requerimiento y Carioca el más alto para alcanzar máximo crecimiento; pero BAT 271 exhibió el más alto índice de eficiencia incluso a subóptimo nivel; de estos genotipos CC 25-9N fue el de más baja eficiencia y Porrillo no varió en valor en relación a este parámetro. Puede concluirse que el punto máximo de eficiencia coincidió en el 80 % de los casos con el punto de máxima producción de biomasa.

### ABSTRACT

**Phosphorus use efficiency in 10 common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.).** Ten common bean genotypes (Jamapa, APN18, Carioca, Río Tibají, Porrillo, Pot 51, Bat 271, Bolita 42, Calima y CC25-9N) were grown in an intensively aereated nutritive solution with 5 weekly doses of phosphorus (0; 62,5; 125; 187,5 and 1875 mM/plant) and 2 mM of N in the form of KNO<sub>3</sub>. The objective was to evaluate foliar biomass and its P content, as well as, to calculate the P Use Efficiency (PUE) parameter based on these and relate them with the concentration levels with which plants were nourished. The optimum requirement level obtained from both biomass and PUE criteria ranged between 62,5 - 187,5 mM/plant/week; this supported differences for P nutrition within the genera. Pot 51 showed the lowest requirement and Carioca the highest for optimum yielding; but Bat 271 exhibited the highest efficiency index even at a suboptimum level. Among these genotypes, CC25-9N showed the lowest efficiency and Porrillo showed no variation for this parameter. It may be concluded that the highest efficiency point coincided in 80 % of the cases with the maximum biomass production point.

---

### INTRODUCCION

El fósforo constituye el principal factor limitante para el crecimiento de plantas en suelos de América Latina (Sánchez, 1976). En Cuba casi el 60 % de los suelos dedicados al cultivos de viandas, granos y hortalizas poseen muy bajos niveles del nutrimento (Beltran *et al.* 1992). Una solución a este importante problema es sin duda la búsqueda de genotipos con una alta eficiencia en la nutrición del fósforo (Vadez y Drevon, 1995 a);

pero en la nutrición fosfórica de las plantas intervienen dos estrategias: a) la habilidad en la incorporación del nutrimento, b) la eficiencia en la utilización del nutrimento lo cual se traduce en la cantidad necesaria para producir una unidad de biomasa foliar (Fohse *et al.*, 1988); la segunda estrategia juega un rol primordial en la selección de genotipos de leguminosas aptos para el crecimiento a bajos niveles de P (Vadez y Drevon, 1995 a). Para la evaluación de esta segunda estrategia se ha indicado recientemente (Drevon, 1995 en prensa)

---

<sup>1</sup> Presentado en la XLI Reunión Anual del PCCMCA en Honduras, América Central. 26 de marzo - 1 de abril, 1995.

<sup>2</sup> Estación Experimental "La Renée", Quivicán, La Habana, Cuba.

<sup>3</sup> CIAT, Cali, Colombia.

<sup>4</sup> Laboratorio Rhizobiología. Estación Experimental "La Renée", Quivicán, La Habana, Cuba.

que el crecimiento de plantas en solución nutritiva y la evaluación del parámetro EUP de acuerdo al concepto de Siddiqui y Glass, 1981, (EUP= Biomasa/contenido de P) es la metodología adecuada para alcanzar este fin. Por ello, el principal objetivo de este trabajo es evaluar la eficiencia de uso del fósforo en 10 genotipos de frijol común en relación con las concentraciones de P en la solución nutritiva empleada para nutrir las plantas.

## MATERIALES Y METODOS

Semillas de plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) correspondientes a los genotipos (Jamapa, APN 18, Carioca, Río Tibají, Porrillo, Pot 51, BAT 271, Bolita 42, Calima y CC 25-9N) fueron germinadas en arena esteril, después de haber sido desinfectadas con hipoclorito de sodio por espacio de diez minutos; las plantas con cinco días de edad, fueron crecidas en cajas plásticas de 16 l de capacidad. Con los primeros cinco genotipos mencionados se conformó la Serie A y con el resto la Serie B (similar a como se exponen los resultados); de manera que en cada caja se hicieron crecer cinco genotipos replicados cuatro veces (20 plantas) las cuales se organizaron en bloques al azar. Para el crecimiento de planta se utilizó una solución nutritiva intensamente aireada, 400 ml de aire/l solución/min con 2mM de N, en forma de KNO<sub>3</sub> como lo recomendado por Drevon *et al.*, 1988 excepto el fósforo, que fue añadido a partir de soluciones madres para alcanzar concentraciones de (0; 62,5; 125; 187,5 y 1875) mM/pl. La solución fue reemplazada cada semana, excepto los primeros 15 días, donde las necesidades de las plantas al

nutrimiento no son tan altas. A los 35 días de edad, las plantas de cada tratamiento fueron cortadas para determinar Masa Seca de la Parte Aerea (MSPA) (70°C durante 72 horas), también se determinó el contenido de P foliar de acuerdo a Murphy y Riley (1962); la Eficiencia de Uso al Fósforo (EUP) se calculó empleando el concepto de Siddiqui y Glass, 1981, (EUP= Biomasa/Contenido de P.). Los datos fueron analizados por ANOVA y Test de Duncan.

## RESULTADOS

### MSPA en relación al nivel de P en la solución nutritiva.

Las Figuras 1 y 2 muestran el crecimiento de los diez genotipos de frijol común estudiados, en relación con la concentración de P en la solución. Esta respuesta puede ser clasificada en tres tipos: a) máximo crecimiento a nivel inferior a 125 mM (Pot 51), b) los que alcanzaron este nivel a 125 mM (Jamapa, Porrillo, CC 25-9N, BAT 271 y Calima) y c) aquellos que necesitaron mayor cantidad del nutrimento (APN 18, Río Tibají, Carioca y Bolita 42); es decir, bajo estas condiciones de trabajo el 60 % de los genotipos tiene su nivel óptimo igual o inferior a 125 mM/pl/semana y el 40% por encima de este. En ausencia de P el crecimiento fue entre 0,5-1,12g de MSPA/pl y a niveles óptimo entre 2,70-5,50g de MSPA/pl; este último parámetro con gran diferencia entre los genotipos estudiados. Para el caso de CC 25-9N el crecimiento fue muy pobre (1,82 g MSPA/pl a nivel óptimo de P).

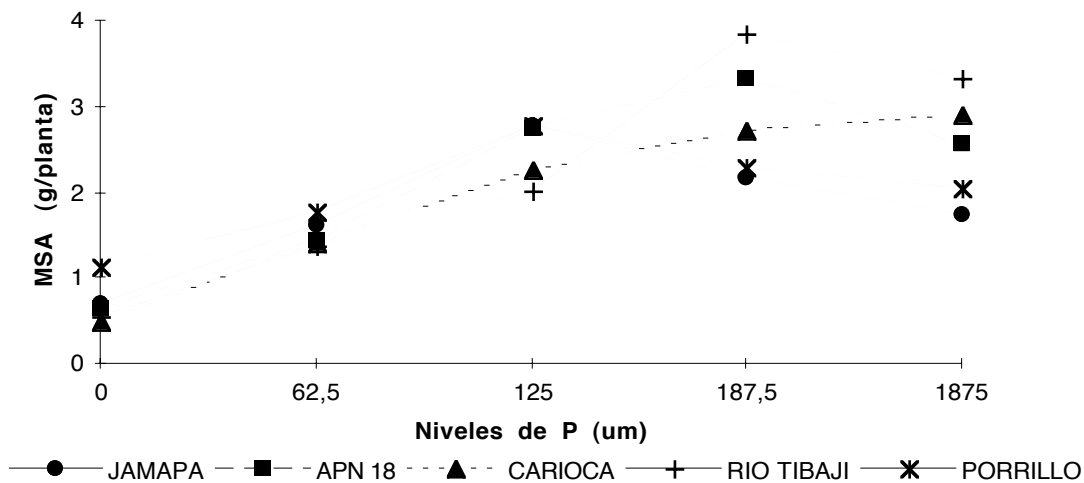


Fig. 1. Nutrición fosfórica en cinco genotipos de frijol (A).

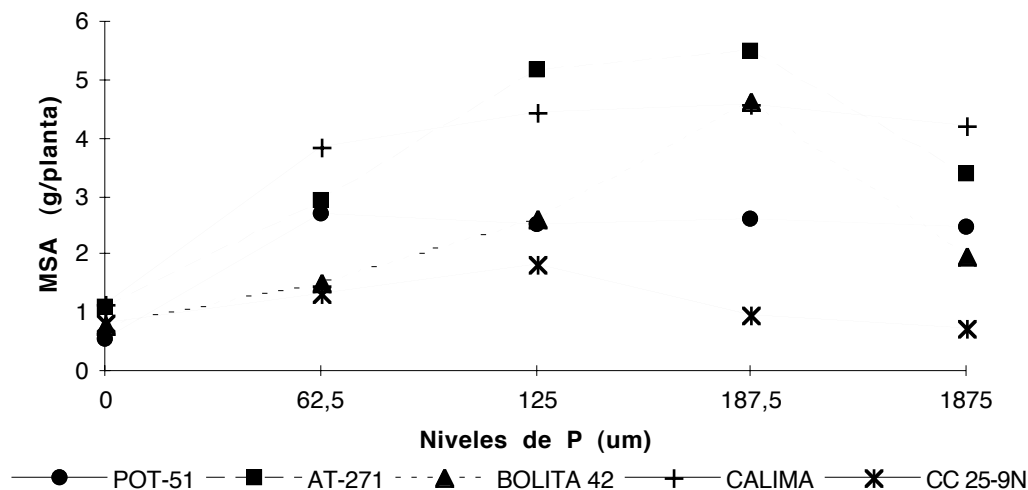


Fig. 2. Nutrición fosfórica en cinco genotipos de frijol (B).

### Contenido de P o requerimiento interino

Los contenidos de P foliar para cada genotipo, a cada nivel de P suministrado, aparecen representados en el Cuadro 1; seis de los genotipos mostraron en ausencia del nutrimento 0,10g/100g MSPA o un valor inferior a este (Jamapa, APN 18, Carioca, Río Tibají, Porrillo y Pot 51); en cambio tres genotipos exhibieron valores por encima de 0,15 g/100 g MSPA (BAT 271, Bolita 42 y CC 25-9N) e incluso Calima un valor en extremo alto 0,27g/100g MSPA. El contenido de P en MSPA a nivel óptimo para cada genotipo osciló entre (0,21- 0,30 g/100 g MSPA), excepto para dos genotipos (Calima y CC 25-9N), quienes mostraron requerimiento interno para máximo crecimiento de (0,37g/100g MSPA) muy superior al resto. A niveles supraóptimos de P en solución nutritiva (1875 mM pl/semana), todos los genotipos exhibieron muy altos contenidos de P en la parte foliar (0,44- 0,70 g/100 g MSPA).

### EUP Relacionados a la producción de biomasa

Los valores de EUP calculados a cada nivel de concentración de P en solución (Figuras 3 y 4) reflejan que los mayores valores de eficiencia fueron obtenidos en BAT 271 y los menores en CC 25-9N; por lo general, todos los genotipos estudiados aumentaron su índice de eficiencia al aumentar la concentración de fósforo de (0-187,5) mM pl/semana disminuyendo en valores del nivel supraóptimo de 1875 mM pl/semana, excepto para Porrillo, el cual mantuvo su nivel de eficiencia entre (0-125 mM pl/semana) disminuyendo después de este nivel. Para Jamapa, APN 18, Carioca, Río Tabají,

Pot 51, Bolita 42, CC 25-9N y BAT 271 el punto de máxima (EUP) Figuras 3 y 4 coincidió con la máxima producción de biomasa foliar (Figuras 1 y 2); pero para Porrillo y Calima este punto no fue coincidente.

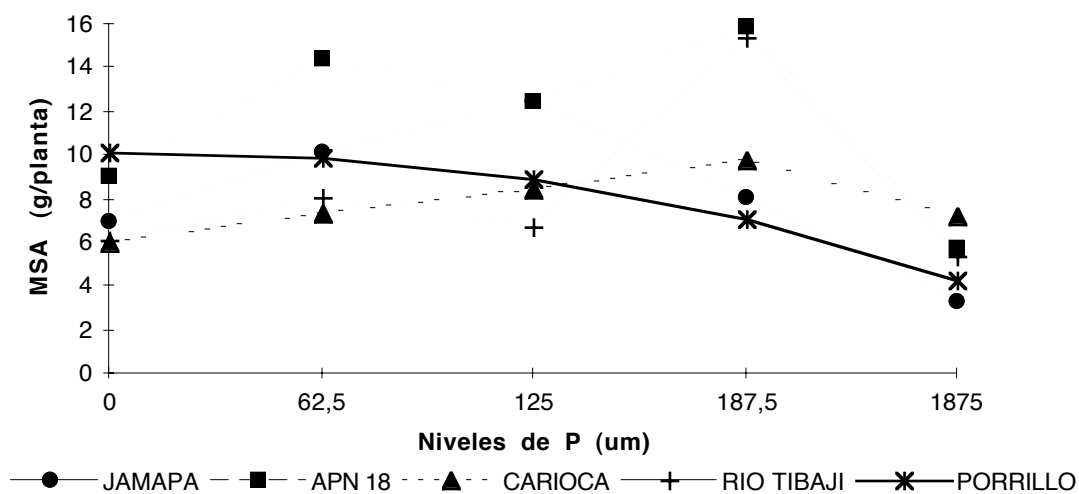
## DISCUSION

La producción de biomasa (MSPA) en cada genotipo estudiado (Figuras 1 y 2) no guardó relación con las necesidades de fósforo mostradas por cada genotipo individual, pues genotipos con similares requerimientos externos (Ej: Bat 271 y CC 25-9N) para máximo crecimiento, produjeron muy diferentes cantidades de MSPA (Figura 2); estas diferencias no fueron influenciadas por el contenido de P o requerimiento interno (Cuadro 1), lo cual está en correspondencia con lo planteado por Föhse *et al.*, 1988. En una investigación anterior (Vadez y Drevon, 1995 a) demostraron que cinco genotipos de frijol común tienen diferentes requerimientos externos de P, a pesar de no variar el comportamiento del contenido de P en la biomasa foliar entre estos, a un mismo nivel de concentración del elemento en la solución; en esta investigación, el contenido a nivel óptimo varió entre (0,20-0,30 g/100 g de MSPA), valor reportado como adecuado para este género por otros autores (Okalebo *et al.*, 1993 y Vadez y Drevon, 1995 b).

El parámetro de eficiencia de uso al fósforo definido por Siddigui y Glass, 1981, ha sido reportado como adecuado para evaluar la nutrición fosfórica entre las diversas especies y genotipos de planta por numerosos autores: Israel, 1993; Gourley *et al.*, 1993; Vadez y

**Cuadro 1.** Contenido de P (g/100 g MSPA) para los diferentes genotipos a diferentes niveles de P en solución.

Genotipos	Niveles de P en solución (mM)					
	0	62,5	125	187,5	1875	
Jamapa	0,10	0,15	0,22	0,27	0,54	
APN 18	0,07	0,10	0,22	0,21	0,44	
Carioca	0,08	0,19	0,27	0,28	0,70	
Río Tibají	0,09	0,17	0,30	0,25	0,62	
Porrillo	0,11	0,18	0,31	0,32	0,55	
POT 51	0,10	0,22	0,26	0,30	0,60	
BAT 271	0,16	0,14	0,26	0,25	0,62	
Bolita 42	0,19	0,22	0,24	0,30	0,57	
Calima	0,27	0,32	0,37	0,31	0,63	
CC 25-9N	0,18	0,21	0,37	0,34	0,62	

**Fig. 3.** Eficiencia de uso al fósforo en cinco genotipos de frijol (A).

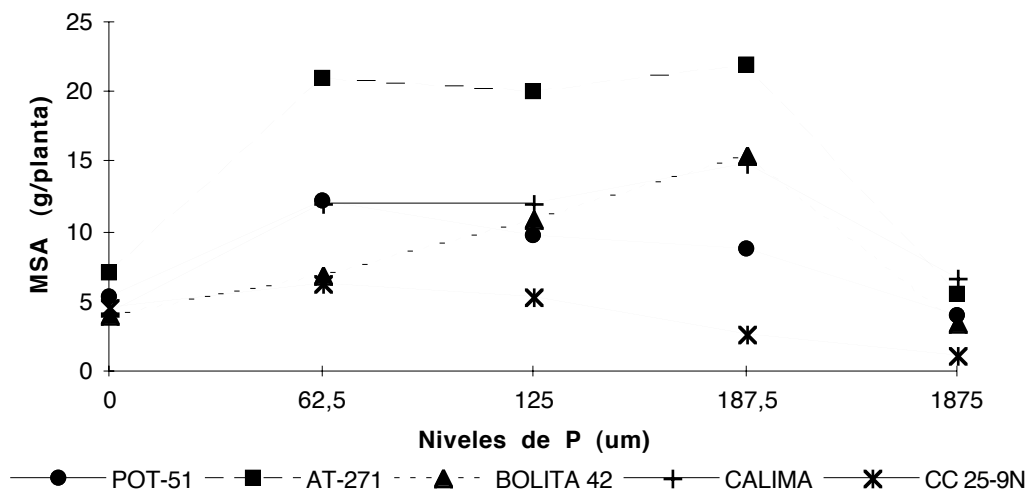


Fig. 4. Eficiencia de uso al fósforo en cinco genotipos de frijol (B).

Drevon, 1995 a y Drevon, 1995 (en prensa); todos coinciden en señalar que el pico máximo del parámetro corresponde con el nivel adecuado de fósforo para nutrir la planta en estudio, así como que un genotipo eficiente es aquel que mantenga un alto valor del parámetro a un nivel bajo de concentración de nutrientes. De acuerdo con estos conceptos la selección del genotipo adecuado para crecer a baja disponibilidad de fósforo, será sobre la base de alto valor de eficiencia a bajo P. Aunque Pot 51 obtuvo su máximo crecimiento al menor nivel de concentración de P (Figura 2), su valor (EUP) fue sólo el 58 % de la eficiencia de uso del nutriente encontrada en BAT 271 (Figura 4); este genotipo también fue reportado como el de más alto valor de este parámetro en investigaciones precedentes (Valdez y Drevon, 1995 a); en este trabajo APN 18 fue otro de los genotipos encontrados con un alto valor de eficiencia de uso al fósforo, resultado similar al de los propios autores.

En el presente estudio se investigaron los requerimientos externos (cantidades totales necesarias), los contenidos de P y la eficiencia de uso al fósforo de 10 genotipos de frijol común y se relacionaron con los diferentes niveles de concentración en la solución nutritiva empleada para cultivarlos; al evaluar los resultados se comprobó que el requerimiento varió de acuerdo al genotipo y no guardó relación con el contenido de P foliar. BAT 271 mostró el más alto índice de EUP, incluso más alto que el de POT 51 que arribó a un máximo crecimiento a un nivel inferior que el resto de los genotipos; por otro lado CC 25-9N fue el genotipo de

más baja eficiencia, probablemente relacionado con el pobre crecimiento mostrado y el alto contenido de P necesitado para alcanzarlo.

## LITERATURA CITADA

- BELTRAN, R.; MUÑIZ, O.; BATTLE, J.; DERONCELE, R.; GONZALEZ, W. 1992. Registro de fertilidad de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAG. Cuba. Mimografiado, 110 p.
- DREVON, J. J.; KALIA, V. P.; HECKMANN, M. O.; PEDELAHORE, P. 1988. *In situ* open-flow assay of acetylene reduction activity by soybean root nodules: influence of acetylene and oxygen. *Plant, Physiol. Biochem* 26: 73-78.
- DREVON, J. J. 1995. Phosphore et fixation de l'azote atmospherique par la symbioses legumineuse-rhizobium ( en prensa ).
- FÖHSE, D.; CLAASSEN, N.; JUNGK, A. 1988. Phosphorus efficiency of plants: I: External P requirement and P uptake efficiency of different plants species. *Plant, Soil* 110: 101-109.
- GOURLEY, C. J. P.; ALLAN, D. L.; RUSSELLE, M. P. 1993. Defining phosphorus efficiency in plants. *Plant, Soil* 155: 289-292.
- ISRAEL, D. W. 1993. Symbiotic dinitrogen fixation and host-plant growth during development of and recovery from phosphorus deficiency. *Physiol Plant* 88: 294-300.

- OKALEBO, J. R.; GATHUA, K. W.; WOOPER, P. L. 1993. Laboratory methods of soil and plant analysis. A working manual. Kari SSSEA y TSBF Unesco-Rosta. 126 p.
- SANCHEZ, P. A. 1976. Properties and management of soil in the tropic. John Wiley and Sons. New York. 220 p.
- SIDDIGUI, M. M.; GLASS, A. D. M. 1981. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *J. Plant Nutr* 4: 289-302.
- VADEZ, V.; DREVON, J. J. 1995 a. Pattern of growth, N accumulation and P use efficiency related to N nutrition and genotypic variability in common bean (en prensa).
- VADEZ, V.; DREVON, J. J. 1995 b. Dynamic of P distribution related to N nutrition, growth stage and genotypic variability in common bean growth at various P supplies (en prensa).