

## COMUNICACIONES

### Aplicación foliar de fertilizantes en Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Summary.** The objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of fertilizer as compared to soil fertilization of beans. Two field experiments were conducted with the "Criolla and San Juan" variety comparing soil, foliar, soil and foliar applications and a control. A completely randomized design was used. No yield differences were found between treatments; foliar fertilization yielded over 600 kg/ha of grain than the control.

Los elementos nutritivos pueden ser aplicados y absorbidos a través de las hojas, en forma rápida y efectiva, corrigiendo deficiencias nutricionales a menudo en forma temporal. Constituye el medio más efectivo de fertilización cuando existen problemas de nutrimentos en el suelo.

Actualmente la aplicación foliar de N, P, K, está más generalizada en cultivos permanentes y quizás el uso más intensivo se hace sobre el cultivo de la piña en Hawaii, donde alrededor de las 3/4 partes de N y 1/2 de P y de K son muchas veces aplicados en esa forma (5, 8, 13).

Con aplicaciones foliares de 80+8+24+4 kg/ha de N, P, K y S respectivamente, durante el período de llenado de los granos, se logra aumentar el rendimiento en soya en 1 570 kg/ha, debiéndose el incremento al número de semillas cosechables y no al tamaño de los granos (6, 7, 10, 12).

Boote *et al.* (2), encontraron que la fertilización foliar no incrementó los rendimientos de la soya, debido principalmente a que dichas aspersiones no aumentaron el contenido de N en las hojas, la fotosíntesis global, ni la duración del proceso fotosintetizador. Consideran que eso se debió parcialmente

a la substitución del N aplicado foliarmente por el fijado en forma de  $N_2$ , con el resultado de que el contenido promedio de N en la masa foliar sólo aumentó de 3.27% a 3.48% con la aplicación foliar de 140 kg/ha de N. Los resultados indicaron una relación altamente significativa entre la fotosíntesis global y el contenido de N de las hojas durante el período del llenado de los granos y apoyan la hipótesis de que la transferencia de N hacia las semillas agota las hojas de las enzimas fotosintetizadoras y es responsable por la disminución fotosintética.

Las aplicaciones foliares de nutrimentos en cultivos de granos coinciden con el tiempo de las aspersiones fungicidas, por lo que no representan un costo adicional. Sin embargo, los rendimientos no mostraron aumento en trigo (11) al aplicar N, P, K y S con maneb.

La aplicación foliar de N, P, K en caraota no afectó el contenido foliar de estos elementos pero aumentó en un 26% el rendimiento en un Latosol rojo del Brasil (3). En otro estudio el aumento fue de un 23% cuando no se aplicó fertilizante al suelo y sólo del 18% cuando sí se aplicó al suelo (4).

En los Andes son muy comunes las aspersiones foliares de sulfato de magnesio al 2% para corregir deficiencias de Mg. La deficiencia de Calcio, provocada por antagonismo iónico  $Ca^{++}$  vs  $K^+$ , han corregido con aspersiones foliares de cloruro o sulfato de calcio. También se usa abono foliar para corregir carencias de microelementos como B, Mo y Zn de los cuales los suelos andinos son deficientes.

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) conocer el efecto sobre el rendimiento de las aplicaciones foliares de N, P, K, S, Fe, Mn, Cu, Ni, Co

y Mo, durante el llenado de los granos en caraota; 2) medir la diferencia en rendimiento resultante de aplicar los fertilizantes al suelo y las aspersiones foliares y 3) averiguar si los aumentos en rendimiento son suficientes para recomendar las aspersiones foliares en plantaciones previamente fertilizadas al suelo.

### Materiales y métodos

Se realizaron dos ensayos de campo durante los años 1978 y 1980, en la Estación Experimental del IIAP -ULA- en San Juan de Lagunillas Edo Mérida (08° 31' N, 71° 21' W), altitud 1 104 msnm, precipitación promedio de 528 mm anuales y una temperatura media anual de 22°C. La zona fue descrita por Ochoa y Malagon (9) con clima: Bosque seco premontano subtropical BSwh, vegetación hortícola, bajo riego y selva estacional montana; pendiente del terreno 67-12%; drenaje moderadamente bien drenado; erosión laminar; profundidad efectiva del suelo de 21 cm; taxonomía del suelo: Cambortid típico, franco fino, micáceo, isohipertérmico. Se tomaron muestras compuestas de suelo (0-20 cm), una para cada sitio de siembra o ensayo, cuyo análisis se presenta en el Cuadro 1.

Para los dos ensayos se usó una población de 250 000 plantas/ha (0.4 x 0.2 m de distancias de siembra con 2 granos por hueco), de la variedad "Criolla de San Juan". La preparación del suelo se hizo con tractor, dándole dos pases de rastra; las parcelas se emparejaron y terminaron de arreglar con escardilla. Las fuentes de fertilizantes fueron: Bayfolan, abono foliar de Bayer con 11% de N, 8% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6% de K<sub>2</sub>O y trazas de los microelementos Fe, Mn, B, Cu, Zn, Ni, Co y Mo. Urea, con 46% de N. Fosfato diamónico, con 18% de azufre. Fórmula completa 15-15-15. Las aspersiones foliares se hicieron con una moto-asperjadora Platz-Solo. La siembra y la fertilización al suelo fueron realizadas a mano.

Cuadro 1. Análisis de suelo de la zona estudiada.

Variable	1978	1980
Clase textural	FAa	FAa
pH (1:2)	7.45	7.25
C O. (%)	1.25	1.37
N (%)	0.13	0.14
C/N	9.6	10.1
P Olsen (ppm)	10	9
K aprov. me/100 g	0.41	1.69
Mg aprov. me/100 g	0.25	1.56

El diseño experimental usado en ambos ensayos fue el de bloques al azar con 4 repeticiones cada uno.

### Ensayo 1

Sembrado el 8-11-1978, en parcelas individuales de 14 m<sup>2</sup> (7 hileras de 5 m de largo). Los tratamientos fueron:

- 1 Aplicaciones semanales del abono foliar Bayfolan al 1% en agua + 2.8 g de sulfato de potasio desde el inicio de la floración, hasta completar 4 aspersiones. Cada parcela de 14 m<sup>2</sup> fue asperjada con 10 litros de solución fertilizante, lográndose una aplicación total de 31.43 kg de N/ha y una relación 11:8:7.4:0.05 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y S respectivamente.
- 2 Aplicación al suelo de 270 kg/ha de la fórmula 15-15-15, al momento de la siembra, según recomendaciones de Añez (1).
- 3 Aplicaciones foliares semanales de 28 g de urea + 5.6 g de fosfato diamónico + 9.08 g de sulfato de potasio en 5 litros de agua para 14 m<sup>2</sup> desde el inicio de la floración hasta completar 4 aspersiones, con una aplicación total de 39.69 kg de N/ha, y una relación 13.89:2.58:0.54:1.63 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y S respectivamente.
- 4 Aplicación al suelo como en el tratamiento 2 + aspersiones foliares como en el tratamiento 1.
- 5 Aplicación al suelo como en el tratamiento 2 + aspersiones foliares como en el tratamiento 3.
- 6 Testigo sin fertilización.

Las aspersiones foliares se efectuaron los días: 16-23-30 de enero y 6 de febrero de 1979.

La cosecha se realizó el 13 de febrero de 1979, sobre un área de 6 m<sup>2</sup> por tratamiento.

### Ensayo 2

Se sembró el 7 de marzo de 1980. Los tratamientos fueron similares a los del ensayo 1, excepto en que las aspersiones foliares se iniciaron un mes después de la siembra, aplicándose los días 8, 15 y 21 de mayo y el 29 de abril de 1980. La cosecha fue realizada el 28 de mayo de 1980, sobre un área de 8.4 m<sup>2</sup> por tratamiento.

Durante el estudio las malezas fueron controladas con escardilla, se usó riego por aspersión para llenar los requerimientos hídricos de la caraota, se hicieron

aspersiones de fungicidas contra la roya y de insecticidas cuando se detectó la presencia de algún insecto plaga.

Se tomaron las observaciones y datos siguientes:

1. Daños causados por las aspersiones fertilizantes
2. Número de vainas/planta, promedio de 20 plantas/tratamiento.
3. Número de granos/vaina, promedio de 20 vainas por tratamiento.
4. Peso de 100 granos por tratamiento
5. Rendimiento en grano por parcela cosechada por tratamiento.

Se hicieron análisis estadísticos de los rendimientos. Los datos correspondientes a número de vainas/planta y número de granos/vaina fueron transformados en valores;  $VX + \frac{1}{2}$ , antes de ser analizados.

#### Resultados y discusión

El ensayo No. 1 permitió observar los efectos que la aplicación foliar, en las dosis empleadas de los productos fertilizantes, tuvieron sobre las hojas de las plantas y el momento más adecuado para empezar las aspersiones. Las observaciones realizadas demostraron que la floración no puede tomarse como punto de partida para hacer 4 aspersiones una cada semana, porque la variedad de caraota usada tarda apenas 28 días entre floración y cosecha, bajo las condi-

ciones del estudio. No se apreciaron daños por quemaduras en las hojas como consecuencia de las aspersiones foliares.

Los datos de rendimiento en grano no revelaron diferencias significativas entre los tratamientos, con valores en kg/ha de 1 470, 1 450, 1 030, 1 220, 1 000 y 1 200 para los tratamientos 1 a 6 respectivamente.

En el ensayo No. 2, las aspersiones se comenzaron un mes después de la siembra, con tiempo suficiente para hacer las 4 aspersiones a suficiente distancia de la cosecha.

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre el número de vainas por planta (V/P), número de granos por vaina (G/V), ni entre el peso de los granos.

El rendimiento en grano al 11.07% de humedad estuvo influido por los tratamientos. Las aplicaciones de fertilizante al suelo, al momento de la siembra, mostraron diferencias altamente significativas en relación al testigo sin fertilizar, concordando con resultados obtenidos por Añez (1) en trabajos previos en la zona; no obstante, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos al suelo y las aplicaciones foliares (Cuadro 2). Además el estudio mostró diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos con ciertas aspersiones foliares al compararlos con el testigo. Estos resultados asoman la posibilidad de fertilizar la caraota en forma foliar. Más aún, si se considera que el cultivo en la zona del estudio ha sido sistemáticamente atacado en las etapas intermedia y tardía de su ciclo por el hongo *Uromyces phaseoli* causante de la roya, se podría combinar las aplicaciones fungicidas con las de fertilizantes, reduciendo

Cuadro 2. Valores medios de rendimientos en grano y de sus componentes para caraota bajo diferentes formas de fertilización.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Vainas/planta		Granos/vaina		Peso de 100 granos (g)
		X	$\sqrt{X + \frac{1}{2}}$	X	$\sqrt{X + \frac{1}{2}}$	
1	2 157.75 ab*	8.28	2.96	6.30	2.61	22.50
2	2 467.80 a	10.83	3.34	6.73	2.69	22.70
3	2 380.98 a	9.80	3.20	6.53	2.64	22.83
4	2 520.83 a	9.10	3.09	6.63	2.67	23.65
5	2 410.73 a	7.15	2.77	6.63	2.67	23.58
6	1 763.40 b	8.53	3.00	6.20	2.59	23.03
$\bar{Y}$	2 283.58	8.95	3.06	6.50	2.64	23.05
C.V.	12.38%	—	9.8%	—	4.79%	9.16%

\* Las medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al 1%, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan.

los costos de producción del cultivo, tal como lo señalan Simkins *et al.* (11) para trigo, avena y cebada.

### Resumen

El objetivo de este estudio consistió en evaluar el efecto de la aplicación foliar de fertilizantes al frijol, comparado con fertilización en el suelo. Dos experimentos de campo fueron llevados a cabo utilizando la variedad Criolla de San Juan, comparando aplicación al suelo, foliar y ambas conjuntamente, en un testigo. Se utilizó un diseño totalmente al azar. No se observaron diferencias en el rendimiento entre los tratamientos; sin embargo la fertilización foliar aumentó los rendimientos en grano hasta 600 kg/ha sobre el testigo.

### Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento a la Srta. María Marlene Aranguren Q., por el esmero demostrado en la preparación del manuscrito.

B. AÑEZ\*  
E. TAVIRA\*

\* Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), Facultad de Ciencias Forestales, ULA. Apdo. 220, Mérida, C. Postal 5101, Venezuela.

### Literatura citada

1. AÑEZ, B. Fertilización completa N, P, K en caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Juan de Lagunillas Edo., Mérida. Mérida, Venezuela. Trabajo de ascenso IIAP. 1976. 24 p.
2. BOOTE, K. J., *et al.* Effect of foliar fertilization on photosynthesis, leaf nutrition, and yield of soybeans. *Agronomy Journal* 70:787-791. 1978.
3. BULISANI, E. A., DE ALMEIDA, L. D., y DEMATTE, J. D. Observaciones preliminares sobre aplicación foliar de fertilizantes en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). I. *Bragantia* 32:XIII-XVII. 1973. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, Centro de Información sobre Frijol, CIAT. 1977. V. 1, p. 134.
4. BULISANI, E. A., DE ALMEIDA, L. D. Observaciones sobre la aplicación foliar de fertilizantes en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). II. *Bragantia* 32:XXXVII-XXXI. 1973. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia, Centro de Información sobre Frijol, CIAT. 1977. V. 1, p. 135.
5. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Foliar application of fertilizers. In *Efficient use of fertilizers*. Rome. 1958. pp. 132-133.
6. GARCIA, R. y HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. *Agronomy Journal* 68:653-657. 1976.
7. HANWAY, J. J. Foliar fertilizing of soybeans. *Crops and Soil* 29:(7):9-10. 1977.
8. MILLAR, C. E., TURK, L. M. y FOTH, H. D. *Fundamentals of soil science*. 4ed. New York, John Wiley, 1965. pp. 349-350.
9. OCHOA, G. y MALAGON, D. Atlas de microscopía electrónica en suelos de Venezuela. (Región de la Cordillera de Mérida). Mérida, Venezuela, UCA-CIDIAT. 1979. 40 p.
10. RYDER, G. J. y BEVERLEIN, J. E. Soybean production. A system approach. *Crops and Soil* 31(7):7-9. 1978.
11. SIMKINS, C. A. *et al.* Influence of foliar applications of fertilizer nutrients and fungicide on the yield and protein content of small grains. Minnesota Agricultural Extension Service Special Report No. 12. 1978. pp. 32-34.
12. SINCLAIR, T. R., y DE WIT, C. T. Analysis of the carbon and nitrogen limitations to soybean yield. *Agronomy Journal* 68:319-324. 1976.
13. TYSDALE, S., y NELSON, W. *Soil fertility and fertilizers*. 3rd. ed. New York. Mac Millan. 1975. pp. 541-542.