

EVALUACION DEL CONTROL QUIMICO DE MALEZAS Y LA FERTILIZACION NITRO-FOSFORICA EN LA PRODUCCION DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.)*

Luis Fernando Barrantes J.

Walter González M.**

Adolfo Soto A.***

Rodolfo Araya V.****

ABSTRACT

Effect of chemical weed control and nitro-phosphoric fertilization on bean yield (Phaseolus vulgaris L.). An assay was conducted at the Fabio Baudrit Experimental Station, Alajuela, Costa Rica, in order to determine the highest yield and most profitable dosages of nitrogen and phosphorus fertilization and herbicide mixtures of pendimethaline and methabenzathiazuron.

The nitrogen was applied at the rate of 0.0, 100 and 200 kg/ha and the phosphorus at 0.0, 65.5 and 131 kg/ha, while the pre-emergence application of herbicide mixtures were 0.0 + 0.0, 0.5 + 0.5 and 1.0 + 1.0 kg a.i./ha of pendimethaline and methabenzathiazuron, respectively.

The treatment of 100 kg/ha of nitrogen, 65.5 kg/ha of phosphorus and the herbicide mixture of 0.5 + 0.5 kg a.i./ha produced the highest yield and the thinnest weed cover.

According to the economical analysis, the most profitable rates were 47.73 kg/ha of nitrogen, 70.05 kg/ha of phosphorus and the herbicide mixture of 0.5 + 0.5 kg a.i./ha.

INTRODUCCION

Una de las causas principales del bajo rendimiento del frijol es el grado de tecnología empleado por los agricultores. En zonas donde no hay un

*Extracto de la Tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

**Ing. Agr., Programa de Estudios Económicos, Estación Experimental Fabio Baudrit M.

***Mag. Sci. Programa Control de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit M., U.C.R.

****Mag. Sci. Programa de Leguminosas de Grano Comestible, Estación Experimental Fabio Baudrit M., U.C.R.

En los costos variables de los fertilizantes se utilizó la misma estructura. Para las dosis de 100 y 200 kg de N/ha, se requirió Nutrán en una cantidad de 298,51 kg/ha y 597,02 kg/ha respectivamente, a un precio de 8,20 colones por kilogramo. Para las dosis de 65,5 kg y 131 kg de P/ha, se requirió triple superfosfato en una cantidad de 326,09 kg/ha y 652,18 kg/ha respectivamente, a un precio de 15,20 colones por kilogramo.

Para el costo de mano de obra, el tiempo de aplicación de fertilizante se determinó en el campo, durante la realización de aplicación del ensayo, el que fue de 107 horas. El precio de la hora-hombre que se usó fue de 20,70 colones. En los tratamientos que consistieron de la aplicación de nitrógeno y de fósforo, la mano de obra fue la misma para ambas aplicaciones.

En otros costos se incluyó el interés a un 18% anual sobre el capital de operación por un periodo de tres meses.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con los resultados, el rendimiento del frijol no tuvo respuesta significativa a la fertilización nitrogenada. Las plantas de frijol en sus primeros días de crecimiento mostraron un cambio de coloración en sus hojas de amarillo a verde oscuro, conforme se aumentaron las dosis de aplicación de nitrógeno. No obstante, este efecto no se logró detectar en el rendimiento, a pesar de que éste también tuvo correlación lineal negativa ($P \leq 0,01$) con la cobertura de malezas ($r = 0,81$) que tuvo respuesta a la aplicación de nitrógeno (figura 1) con la dosis de 100 kg/ha de nitrógeno se obtuvo el menor porcentaje de cobertura de malezas. A pesar de esto la interacción de nitrógeno por mezclas de herbicidas (cuadro 1), mostró que, sólo para la dosis 0,5 + 0,5 kg i.a./ha hubo respuesta en el

CUADRO 1. Efecto de la interacción nitrógeno-herbicidas sobre el rendimiento de frijol ($g/4 m^2$), número de granos por planta, cobertura de malezas y número de malezas de hoja ancha, evaluado en el cultivar Brunca. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela. 1983.

Variable	Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Dosis de Tribunal + Prowl (kg i.a./ha)		
		0,0 + 0,0	0,5 + 0,5	1,0 + 1,0
Rendimiento	0	240,56bA*	339,22aAB	363,44aA
	100	301,67bA	407,89aA	325,33bA
	200	229,22aA	271,11aB	289,89aA
Granos/planta	0	3,57bA	4,09aA	4,15aA
	100	3,74bA	4,25aA	3,75bA
	200	3,53aA	3,68aA	3,84aA
Cobertura de malezas	0	45,56bB	37,06aB	35,40aA
	100	30,34aA	26,67aA	28,64aA
	200	36,41bA	34,06aB	31,97aA
Malezas hoja ancha	0	20,23aA	17,21bA	14,19cA
	100	21,86aA	17,41bA	14,83cA
	200	21,03aA	16,09bA	15,59bA

*Tratamientos con promedios de igual letra minúscula en mismo renglón y de igual letra mayúscula en una misma columna para cada variable son iguales estadísticamente según prueba de Tukey 5%.

rendimiento a la aplicación de nitrógeno; la dosis de 100 kg de N/ha fue diferente que la de 200 kg de N/ha. Únicamente, para la dosis de 100 kg de N/ha el número de granos por planta fue mayor con la dosis de 0,5 + 0,5 kg i.a./ha de herbicidas.

El número de malezas ciperáceas, a pesar de que aumentó con la dosis de 100 kg/ha de nitrógeno, no influyó en la cobertura de malezas; la menor cobertura se obtuvo con el tratamiento 0,5 + 0,5 kg i.a./ha de mezcla de herbicidas más 100 kg/ha de nitrógeno. En parcelas donde no se aplicó herbicida

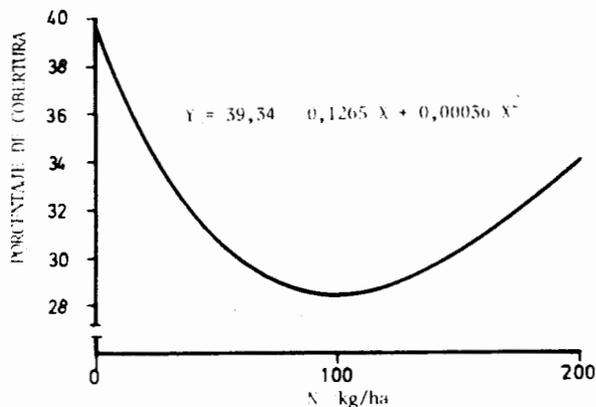


Figura 1. Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre el porcentaje de cobertura de malezas en frijol, cv. Brunca. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, 1985.

los tratamientos con 100 y 200 kg/ha de nitrógeno mostraron mayor cobertura, sin encontrarse diferencia entre sí. Para la dosis 1,00 + 1,00 kg i.a./ha de mezcla de herbicidas no se obtuvo respuesta en la cobertura de malezas a la aplicación de nitrógeno. Únicamente con la dosis de 100 kg/ha de nitrógeno no hubo diferencias en la cobertura de malezas entre las mezclas de herbicidas que se aplicaron. Para número de malezas de hoja ancha no se obtuvo respuesta a la aplicación de nitrógeno en ninguna de las dosis de herbicidas; el control químico fue menor con la dosis de 1,0 + 1,0 kg i.a./ha; para las dosis de 200 kg/ha de nitrógeno no hubo diferencia entre las dosis 0,5 + 0,5 y 1,0 + 1,0 kg/ha de mezcla de herbicidas.

El fósforo soluble en el suelo estuvo por debajo del nivel crítico (12 ug/ml de suelo), por lo que se dió un efecto positivo de la fertilización fosfórica, sobre el rendimiento y sus componentes; la dosis máxima fue la de 65,5 kg de P/ha, lo que coincide con los resultados obtenidos por Chacón (8). En las figura 2 y 3 se observa que el comportamiento del rendimiento y la cobertura de malezas fue inverso conforme se aumentaron las dosis de fósforo. Se puede notar que de las dosis 0 kg/ha de P a la de 65,5 kg/ha,

el rendimiento aumentó hasta una producción máxima, mientras que la cobertura de malezas disminuyó con la dosis de 131 kg/ha de fósforo. La efectividad del fósforo en el desarrollo de la planta de frijol permitió mayor capacidad competitiva sobre las malezas.

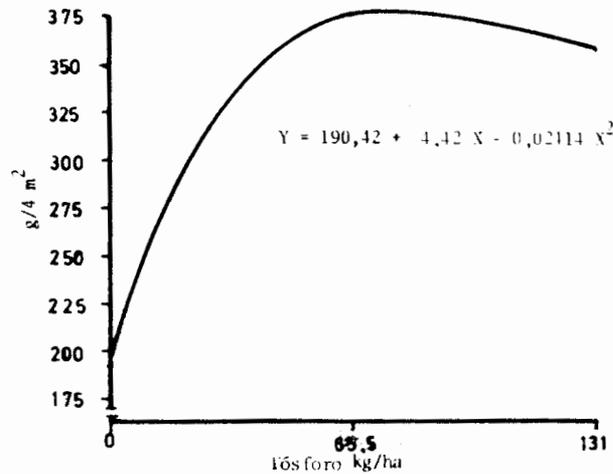


Figura 2. Efecto de la aplicación de fósforo sobre el rendimiento del frijol, cv. Brunca. Est. Exp. Fabio Baudrit, 1983

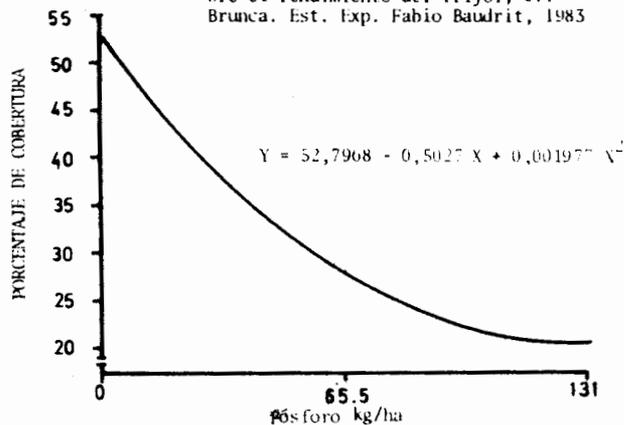


Figura 3. Efecto de la aplicación de fósforo sobre el porcentaje de cobertura de malezas en frijol, cv. Brunca. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, 1983.

La interacción de nitrógeno por fósforo tuvo efecto significativo en el porcentaje de cobertura de malezas y número de malezas gramíneas (cuadro 2).

Para todas las dosis de nitrógeno la cobertura de malezas fue menor con la aplicación de P (dosis de 65,5 y 131 kg/ha no tuvieron diferencia significativa), sin embargo con las dosis de 100 kg/ha de nitrógeno se obtuvieron los valores más bajos. En parcelas que se aplicó fósforo, las dosis de 100

y 200 kg/ha de nitrógeno se obtuvo menor cobertura de malezas que donde no se aplicó y no se encontraron diferencias entre sí para ambas dosis.

El número de malezas gramíneas fue mayor con las dosis de 131 kg/ha de fósforo, en parcelas donde no se aplicó nitrógeno (Cuadro 2); mientras que, en parcelas con la dosis de 100 kg/ha de nitrógeno no hubo diferencias significativas entre las dosis de fósforo, y con la dosis de 200 kg/ha de nitrógeno, el menor número de malezas gramíneas se obtuvo con la dosis de 131 kg/ha de fósforo. Por otro lado, se puede observar el comportamiento que tuvo el fósforo en las diferentes dosis de nitrógeno (Cuadro 2); en parcelas donde no se aplicó fósforo, la dosis de 200 kg/ha de nitrógeno tuvo mayor número de malezas gramíneas que la dosis 0 kg/ha de nitrógeno, pero en parcelas con dosis de 65,5 kg/ha de fósforo no hubo diferencia significativa en las dosis de nitrógeno; en parcelas donde se aplicó 131 kg/ha de fósforo, el número de malezas gramíneas fue menor con la dosis de 200 kg/ha de nitrógeno.

CUADRO 2. Efecto de la interacción nitrógeno-fósforo sobre el porcentaje de cobertura de las malezas y número de malezas gramíneas, evaluado en el cultivar de frijol Brunca. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, 1983.

Variable	Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Dosis de fósforo (kg/ha)		
		0	65,5	131
Cobertura malezas	0	47,16bA*	39,11abB	31,74aB
	100	54,68bA	19,76aA	11,22aA
	200	56,56bA	26,20aAB	19,68aAB
Malezas gramíneas	0	3,60aA	3,26aA	4,45bB
	100	3,88aAB	3,59aA	3,85aAB
	200	4,47bB	3,87abA	3,43aA

*Tratamientos con promedios de igual letra minúscula en un mismo renglón y de igual letra mayúscula en una misma columna para cada variable son iguales estadísticamente según prueba de Tukey 5%.

En cuanto a la interacción fósforo por mezclas de herbicidas (Cuadro 3), el número de malezas ciperáceas disminuyó significativamente, con el control químico, únicamente en la dosis de 0 kg/ha de fósforo. En las parcelas que se aplicó fósforo, las dosis de mezcla de herbicida fueron iguales estadísticamente; lo mismo sucedió con el fósforo puesto que el número de malezas ciperáceas disminuyó conforme se aumentaron las dosis de fósforo pero únicamente en las parcelas que no se aplicó herbicidas. Este resultado requiere de una investigación posterior para estudiar con más detalle la relación que existe entre el fósforo y las mezclas de herbicidas ya que estas aparentemente no trabajaron en presencia de fósforo.

CUADRO 3. Efecto de la interacción fósforo-herbicidas sobre el número de malezas ciperáceas en un área de 0,50 m², evaluado en el cultivar de frijol Brunca. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela. 1983.

Dosis de fósforo (kg de P ₂ O ₅)	Dosis de Tribunil + Prowl (kg i.a./ha)		
	0,0 + 0,0	0,5 + 0,5	1,0 + 1,0
0	11,20bB*	9,74aA	9,78aA
65,5	10,95aAB	10,65aA	10,41aA
131	9,98aA	10,25aA	10,32aA

*Tratamientos con promedios de igual letra minúscula en un mismo renglón y de igual letra mayúscula en una misma columna son iguales estadísticamente según prueba de Tukey 5%.

En general, las mezclas de herbicidas ejercieron un buen control de malezas (Cuadro 4). El rendimiento y componentes de rendimiento, con excepción del número de granos por vaina (que se considera una característica genética) fueron mayores con las dosis de 0,5 + 0,5 y 1,0 + 1,0 kg i.a./ha de la mez

CUADRO 4. Promedio de los tratamientos herbicidas de las variables evaluadas en el combate químico y fertilización nitro-fosfórica del frijol, cv. Brunca. Estación Experimental Fabio BAudrit, Alajuela, 1983.

Variables	Dosis de Tribunil + Prowl (kg i.a./ha)		
	0,0 + 0,0	0,5 + 0,5	1,0 + 1,0
Rendimiento de frijol al 12% de humedad en gramos/4 m ²	257,15 ^{b*}	339,41 ^a	325,89 ^a
Número de vainas/planta	1,74 ^b	1,87 ^a	1,85 ^a
Número de granos/planta	3,61 ^b	4,01 ^a	3,92 ^a
Número de granos/planta	2,38 ^a	2,42 ^a	2,41 ^a
Porcentaje de cobertura de malezas en frijol	37,44 ^b	32,59 ^a	32,01 ^a
Número de malezas ciperáceas en un área de 0,50 m ²	10,71 ^b	10,22 ^a	10,17 ^a
Número de malezas gramíneas en un área de 0,50 m ²	6,24 ^c	3,17 ^b	2,05 ^a
Número de malezas de hoja ancha en un área de 0,50 m ²	21,04 ^c	16,90 ^b	14,87 ^a
Peso fresco en g de malezas ciperáceas	26,48 ^a	29,66 ^a	26,61 ^a
Peso fresco en g de malezas gramíneas	16,48 ^b	2,79 ^a	2,81 ^a
Peso fresco en g de malezas de hoja ancha	48,82 ^b	22,83 ^a	11,29 ^a

*Tratamientos con promedios de igual letra en un mismo renglón son iguales estadísticamente según prueba de Tukey 5%.

cla de herbicidas, las que fueron iguales estadísticamente. También hubo un buen control de las malezas, con excepción de las ciperáceas, cuyo peso no dió diferencias significativas, pero el número de ciperáceas si tuvo diferencias significativas entre los herbicidas debido al efecto que se produjo en las parcelas donde no se aplicó fósforo. Las dosis de 0,5 + 0,5 kg i.a./ha dieron el mayor incremento en el rendimiento y sus componentes, ya que para las dosis de 1,0 + 1,0 kg i.a./ha de mezcla de herbicidas, se obtuvo un rendimiento decreciente, lo que dió un efecto similar al encontrado por Herrera (6). La mezcla de herbicidas ejerció un buen control sobre las malezas gramíneas seguido de las malezas de hoja ancha, lo cual coincide con lo encontrado por Matamoros (8).

El crecimiento vegetativo de las plantas de frijol, una vez que terminó el poder residual del herbicida, lograron ventaja con la aplicación de fósforo por lo que la cobertura del frijol ejerció un control sobre las malezas, sin necesidad de deshierba manual.

De acuerdo con el análisis económico discreto, se puede observar (Cuadro 5) que el tratamiento que presentó mayor rentabilidad fue al que se le aplicó 100 kg de nitrógeno por ha, 65,5 kg de fósforo por ha, 0,5 kg de Pendimetalina y 0,5 kg de Metabenzatiazurón. Este tratamiento obtuvo el mayor margen bruto que fue de 40533 colones por ha y la mayor productividad (1,56 t/ha). Obsérvese cómo este tratamiento en relación a su inmediato inferior incrementó el ingreso total en 21690 colones por ha, con únicamente un incremento en el costo de 8844 colones por ha.

GRABADO 5. Variables económicas de los tratamientos dominantes en el combate químico y fertilización nitrógeno-fosfórica del frijol, cv. Brunca. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, 1983.

Nitrógeno (kg/ha)	TRATAMIENTO			Producción (t/ha)	Ingreso bruto (£/ha)	Costo variable (£/ha)	Margen bruto (£/ha)	Ingreso marginal (£/ha)	Costo marginal (£/ha)
	Fósforo (kg/ha)	Tribunil (kg i.a./ha)	Prowl (kg i.a./ha)						
100	65,5	0,5	0,5	1,56	52110	11556	40553	21690	8844
0	0	1,0	1,0	0,91	30420	2712	27707	1670	1208
0	0	0,5	0,5	0,86	28750	1504	27245	13230	1504
0	0	0,0	0,0	0,46	15520	000	15520	-----	-----

Con base en el análisis económico continuo, se obtuvo que la ecuación $Y + 190,41 + 4,42 - 0,024138 P^2$, describió el comportamiento de la producción ('Y') con respecto a las dosis de fósforo ('P'). Se puede notar que el modelo fue cuadrático, cuyo punto de máxima producción se alcanzó con la dosis de 91,55 kg/ha de P, mientras que desde el punto de vista económico la dosis más rentable fue 70,05 kg de P por ha, según la función de ganancia ($G = 6369,21 + 113,04 P - 0,8074 P^2$). Para el nitrógeno, la función que describió el comportamiento de la producción ($Y^1 = 339,22 + 1,7139 N^1 - 0,0102725 N^2$) indicó que la producción óptima fue 83,42 kg de N/ha; mientras que de acuerdo a la función de ganancia $G^1 = 11.3469 + 0.3282995 N - 0.00034361512 N^2$, la dosis óptima económica fue de 47,73 kg/ha de nitrógeno.

RESUMEN

Se estudió la respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Brunca) a la aplicación de nitrógeno, fósforo y mezclas de pendimetalina y metabenzatiazurón, en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., para determinar las dosis de mayor producción y utilidad económica en el frijol.

Se aplicaron tres dosis de nitrógeno (0; 100 y 200 kg/ha), tres dosis de fósforo (0; 65,5 y 131 kg/ha) y tres dosis de mezcla de herbicidas (0,0 + 0,0; 0,5 + 0,5 y 1,0 + 1,0 kg i.a./ha de pendimetalina + metabenzatiazurón respectivamente), en preemergencia.

Se observó que el tratamiento 100 kg/ha de nitrógeno, 65,5 kg/ha de fósforo y 0,5 + 0,5 kg i.a./ha de mezcla de herbicidas dió el mayor rendimiento; para estas dosis la cobertura de malezas fue menor.

De acuerdo con el análisis económico las dosis óptimas fueron de 47,73 kg/ha de nitrógeno, 70,05 kg/ha de fósforo y 0,5 + 0,5 kg i.a./ha de herbicidas.

LITERATURA CITADA

1. AGUNDIS, O. Consideraciones generales sobre el uso de herbicidas en frijol. Proyecto Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del Frijol. Segunda Reunión Centroamericana. San Salvador, El Salvador, IICA, pp 23-31. 1963.

2. BLANCO, F.A. Evaluación de ocho mezclas de herbicidas en el control de malezas y el rendimiento de cuatro cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1981, 57 p.
3. CHACON, E. Ensayo sobre fertilización nitrogenada e inoculación del frijol. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1961. 72 p.
4. ECHEVERRIA, G. Investigaciones sobre fertilización del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la Estación Experimental Fabio Baudrit. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1960. 72 p.
5. ELIZONDO, D. Persistencia y actividad inicial de pendimetalina en seis suelos de Costa Rica. Tesis Ing. Agr., San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1983. 43 p.
6. HERRERA, F.A. Combate químico de Rottboellia exaltata L. y otras malezas en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Upala. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1981. 79 p.
7. MARTINEZ, O.J. Control químico de malezas en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1978. 73 p.
8. MATAMOROS, G. Combate de malezas en dos cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en dos suelos de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1980. 72 p.
9. PALMA, T. Respuesta del frijol (Phaseolus vulgaris L.) a dosis crecientes de nitrógeno en suelos de Buenos Aires de Puntarenas. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1978. 76 p.
10. PEREZ, J.A. Efecto de tres distancias de siembra y tres niveles de fósforo, sobre la producción y el contenido nutritivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) de guía para vainica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, 1981. 68 p.
- IGLESIAS, G.E. Estudio sobre la respuesta del frijol (Phaseolus vulgaris L.) a los fertilizantes, la reunión del PCCMCA, San José, Costa Rica. 1962. pp 31-40.