

EFFECTO DE MEZCLAS DE HERBICIDAS EN LA NODULACION DE OCHO VARIEDADES
DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) Y ALGUNAS CORRELACIONES ENTRE
LOS DIFERENTES FACTORES DE CRECIMIENTO

RESUMEN

Se estudió el efecto de cuatro mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre ocho variedades de frijol, en el cual se consideró además de la nodulación, el peso fresco de la raíz y la parte aérea, la concentración de nitrógeno total de la parte aérea y la producción de cada una de las variedades de frijol.

INTRODUCCION

El nitrógeno es indispensable para la vida porque es el componente primordial de las proteínas y constituye aproximadamente el 80 por ciento de la atmósfera terrestre. Sin embargo, en esta forma elemental, no es utilizable por las plantas superiores; uno de los caminos principales por las que lo convierten en formas asimilables es a través de la fijación por las bacterias del género Rhizobium y otros microorganismos que viven simbioticamente en las raíces de las leguminosas.

Se han hecho algunos estudios sobre la influencia de diferentes nutrientes sobre las bacterias noduladoras de las leguminosas; a pesar de esto, hasta el momento se desconoce con exactitud el efecto que pueden tener los diferentes herbicidas sobre las bacterias de las leguminosas y el reflejo que pueda tener esto sobre la planta en sí. En ensayo realizado por Mata (5) encontró que la nodulación en el frijol se incrementó hasta en 400% al aplicar DNBP.

Con el fin de evaluar el efecto de cuatro mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre ocho variedades de frijol, se realizó el presente trabajo en el cual se consideró además de la nodulación, el peso fresco de la raíz y la parte aérea, la concentración de nitrógeno total de la parte aérea y la producción de cada una de las variedades de frijol.

* Ingeniero Agrónomo
** Encargado del Programa de Conservación y Uso de Plantas Cultivadas.

REVISION DE LITERATURA

Franco y Dobereiner (4), realizaron cuatro experimentos en invernadero con cuatro variedades de frijol, cinco cepas de Rhizobium y una mezcla de estas, para esclarecer la especificidad hospedera de las bacterias fijadoras de nitrógeno y su relación con algunos nutrientes. Concluyen que existe un comportamiento diferencial de las variedades, en presencia de las distintas cepas de Rhizobium phaseoli. El potasio y el magnesio tuvieron efectos perjudiciales en la simbiosis; el calcio, por el contrario, mostró efecto benéfico y el molibdeno se considera indispensable en la fijación de nitrógeno, aunque un exceso de éste perjudicó la simbiosis.

Zepeda (8), en ensayo realizado en invernadero, utilizó tres variedades de frijol y cuatro cepas de Rhizobium phaseoli. Concluye que en las tres variedades de frijol existe especificidad y que en las condiciones de su estudio la cepa 4 resultó la más efectiva.

Mata (5) realizó tres ensayos de campo para observar el efecto de diferentes herbicidas en la nodulación del frijol; menciona que en el primer ensayo el DNBP, el EPTC y el alaclor incrementaron la nodulación en 65, 84 y 95% respectivamente más que los tratamientos con deshierba a los 47 y 78 días. En el segundo ensayo el DNBP a 4 Kg/ha con alaclor a 0,5 Kg/ha; el DNBP a 3 Kg/ha con butaclor a 1 Kg/ha y el DNBP a 4 Kg/ha, incrementaron la nodulación en 404, 353 y 311% respectivamente, en relación al testigo con deshierba a los 15 días. En el tercer ensayo incluyó seis variedades de frijol y 12 mezclas de herbicidas y determinó que las mezclas de DNBP a 3 Kg/ha con dalapón a 4 Kg/ha, alaclor a 1 Kg/ha y con clorambén a 3 Kg/ha, incrementaron en un 43, 37 y 27% el número de nódulos, las otras mezclas se comportaron igual al testigo. Las variedades que mayor nodulación tuvieron fueron Mex-80, Mex-81 y Porrillo N° 1; Jamapa tuvo nodulación intermedia,

mientras que la S-182 (San Fernando) y Mex-27 fueron las de menor nodulación.

En experimentos realizados en el campo durante cuatro años, Balicka (1, 2, 3) no encontró efectos negativos de la simazina, atrazina, prometrina, linurón, aresin, cloroxurón, CIPC, PEBC y EPTC sobre el número de microorganismos del suelo ni sobre la respiración; por el contrario, en presencia de glucosas, las triazinas estimularon la respiración. Cuando trabajó con un medio de cultivo, en el que adicionaron 0, 02-100 mg de herbicida por cada 100 ml de éste, obtuvo que el linurón y el CIPC fueron los más tóxicos, mientras que las triazinas fueron las menos tóxicas. La mayoría de los nueve herbicidas estudiados inhibieron ligeramente el proceso de nitrificación en el medio líquido, con una mayor actividad del CIPC y linurón. Sin embargo, al aplicarlo al suelo no mostraron un efecto negativo sobre el proceso de nitrificación y las triazinas, linurón, aresin y PEBC, más bien la estimularon.

Sud y Gupta (7) indican que dalapón y TCA a concentraciones de 0,1 y 1 mM respectivamente estimularon el crecimiento de Rhizobium; a concentraciones de 10 mM la inhibición del crecimiento nunca excedió el 50%. Altas concentraciones de TCA tuvieron efecto más inhibitorio que altas concentraciones de dalapón.

MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se realizó en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Costa Rica, localizada a una altura media sobre el nivel del mar de 840 metros. La temperatura media es de 23 °C y la precipitación anual de 1.850 mm.

El experimento se estableció en un suelo con textura franca a arcillo limosa, con pH ligeramente ácido y materia orgánica considerada como media. La siembra se efectuó el 2 de octubre de 1973 y se utilizaron ocho variedades de frijol, entre las cuales se encuentran las más cultivadas en la zona y sus características se anotan en el Cuadro 1.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de parcelas divididas, en el cual la parcela grande comprendía los tratamientos herbicidas y las subparcelas las variedades de frijol.

CUADRO 1. Variedades de frijol utilizados para evaluar el efecto de mezclas de herbicidas en la nodulación Est. Exp. Fabio Baudrit M. 1973

Nombre de la variedad	Hábito de crecimiento	Color del grano	Período vegetativo (Días)
México 27	Determinado	Negro	80 - 90
Porrillo	Determinado	Negro	80 - 90
S-182 (San Fernando)	Determinado	Negro	80 - 90
Jamapa	Determinado	Negro	80 - 90
Turrialba 4	Determinado	Negro	80 - 90
México 80	Semideterminado	Rojo	70 - 80
México 81	Semideterminado	Rojo	70 - 80
Blanco de verdura San Jero	Indeterminado	Blanco	75 - 85

Los tratamientos herbicidas usados fueron: DNBP a 2,00 Kg/ha con dalapón a 4,00 Kg/ha, DNBP a 2,00 Kg/ha con clorambén a 2,00 Kg/ha, clorobromurón a 0,75 Kg/ha con dalapón a 4,00 Kg/ha y linurón a 0,75 Kg/ha con alaclor a 0,75 Kg/ha. Estas mezclas de herbicidas se compararon con una deshierba manual a los 20 días y un testigo enhierbado durante todo el ciclo del frijol.

La aplicación de las mezclas de herbicidas se hizo en aspersion superficial tres días después de la siembra en un volumen de 275 Lt/ha y a una velocidad de aplicación de 1 m/seg.

En el día de la aplicación el suelo tuvo una humedad a capacidad de campo y la velocidad del viento osciló entre 2 y 5 km/hora.

Como tratamiento previo a la siembra, las semillas se desinfectaron con captam y DDT; no fueron inoculadas con bacterias del género Rhizobium. Para evitar la incidencia de enfermedades y plagas, se mantuvo durante todo el ciclo vegetativo del frijol una vigilancia constante del ensayo. Los requerimientos nutritivos del cultivo se suplieron mediante la aplicación a la siembra de 60 Kg/ha de nitrógeno, 180 Kg/ha de P_2O_5 y 60 Kg/ha de K_2O .

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se observa en el Cuadro 2, el peso de la parte aérea fue significativamente mayor en las parcelas que se aplicó las mezclas de DNBP más clorambén y dalapón, así como en las deshierbas a mano. En el caso del DNBP más clorambén y la deshierba manual, este resultado se atribuye al efectivo control de las maelzas, pero en el caso del DNBP más dalapón no se tiene un argumento consistente que explique el efecto. Por otra parte, los efectos fitotóxicos del linurón con alaclor y la alta incidencia de hierbas en las parcelas del clorobromurón con dalapón, así como en el testigo, explican el hecho de que estos tratamientos mostraran el menor peso de la parte aérea.

Las mezclas de dalapón con DNBP y con clorobromurón no disminuyeron el peso de la raíz, lo que indican que no tuvieron efectos fitotóxicos para el cultivo del frijol. En cambio, la mezcla de linurón más alaclor, al ser tóxica, tuvo igual peso de la raíz que la deshierba manual y el testigo.

No se encontraron diferencias significativas con respecto a la concentración de nitrógeno total en la planta por efecto de las mezclas de herbicidas a pesar de ello, con las mezclas de DNBP más dalapón y linurón más alaclor, se observó un incremento de 9 y 5% respectivamente.

Ninguno de los herbicidas afectó negativamente la nodulación, más bien se notó que las mezclas que tenían DNBP la incrementaron entre 19 y 32% más que el testigo deshierbado, a pesar de que estas diferencias no fueron significativas; esto coincide con lo encontrado por Mata (5), que tuvo incrementos hasta de 403% en este parámetro. La mezcla de linurón con alaclor tuvo un comportamiento igual a la deshierba manual, lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos por Balicka (1), quien no observó efectos fitotóxicos sobre las bacterias del género Rhizobium al probar linurón;

CUADRO 2. Efecto de los tratamientos herbicidas en el peso de la parte aérea, peso de la raíz, concentración de nitrógeno total en la planta y número de nédulos bacteriales. Est. Exp. Agr. Fabro-Baudrit M. 1973

Treatamientos	Kg.a./ha	Peso de la parte aérea	Peso de la raíz	Concentración de N total en la Pl.	Nédulos bacteriales	Prodn
DMBP + dalapón	2,00 + 4,00	124,35 ^a	149,30 ^a	199,00 ^a	151,61 ^a	72,5
clorobromurón + dalapón	0,75 + 4,00	89,51 ^b	116,38 ^a	98,93 ^a	88,62 ^a	38,3
DMBP + clorambén	2,00 + 2,00	125,85 ^a	136,07 ^a	102,13 ^a	119,10 ^a	89,3
Linnón + alaclor	0,75 + 0,75	80,48 ^b	95,92 ^b	104,54 ^a	99,02 ^a	63,5
Desherba a los 20 días	-----	100,00 ^a	100,00 ^b	100,00 ^a	100,00 ^a	100,0
Testigo	-----	102,27 ^b	86,39 ^b	107,23 ^a	86,64 ^a	21,8

* Tratamientos con igual letra dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan al 5%.

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)

pero no coincide con lo encontrado por el mismo autor en otro experimento (3). El dalapón en mezcla con DNEP incrementó la nodulación, pero en mezcla con clorobromurón la disminuyó en 11,4%, lo que sugiere que el efecto de esta última mezcla se debe a la acción del clorobromurón. Esta conjetura se refuerza con los resultados de Sud y Gupta (7), que obtuvieron un estímulo del crecimiento de todas las bacterias del género Rhizobium cuando aplicaron dalapón.

Los datos de producción de grano, obtenidos en este experimento, revelan que la deshierba manual a los 20 días superó al testigo enhierbado durante todo el ciclo en 78,1%. De las mezclas de herbicidas, DNEP con clorambén fue la que dio los mejores resultados, con un 56,5% más de producción que el testigo, pero un 11,6% menos que la deshierba manual; la mezcla de linurón más alaclor obtuvo un 41,7% más de rendimiento que el testigo sin deshierba, pero un 36,4% menos que el tratamiento con deshierba manual ya que los efectos fitotóxicos de la mezcla redujeron el vigor de las plantas y por ende su rendimiento.

En el Cuadro 3 se nota que el peso de la raíz fue similar en todas las variedades; sin embargo, el peso de la parte aérea fue diferente, ya que el hábito de crecimiento y las características genéticas, difieren entre ellas. La variedad Turrialba 4, por su gran porte y hábito arbustivo, fue la de mayor peso de la parte aérea; todas las demás fueron similares y la variedad Jamapa tuvo el menor peso. Esto implica que la relación parte aérea/raíz es diferente para cada variedad de frijol.

De acuerdo a la prueba de Duncan, las variedades Mex. 27, S-182 y Turrialba 4 fueron las que tuvieron el más alto contenido de nitrógeno; la Jamapa, Mex 81 y Blanco de Verdura San Jero, tuvieron contenido intermedio y las variedades Porrillo N°1 y Mex 80, fueron las de contenido más bajo.

En cuanto al número de nódulos bacteriales, las variedades Porrillo N° 1, S-182 y Jamapa mostraron tener menor cantidad de nódulos, atribuidos a bacterias del género Rhizobium, que todas las demás variedades.

CUADRO 3. Peso de la parte aérea, peso de la raíz, concentración de nitrógeno total en la planta y número de nódulos bacteriales de las ocho variedades de frijol. Est. Exp. Agr. Fabio Baudrit M. 1973

Variedades de frijol	Peos de la parte aérea (gr/planta)	Peso de la raíz (gr/planta)	Concentración de N total en la planta (%)	Nº nódulos bacteriales	Producción Kg/ha
Méx. 27	192,67 ^{b*}	17,21 ^a	4,18 ^a	187,00 ^a	711,00 ^{bc}
Porrillo Nº 1	196,21 ^b	15,83 ^a	3,56 ^c	162,71 ^b	936,38 ^{ab}
S-182	186,54 ^b	14,67 ^a	4,06 ^{ab}	167,67 ^b	514,51 ^c
Jamapa	168,58 ^c	14,17 ^a	3,87 ^{abc}	157,00 ^b	980,55 ^{ab}
Turrialba 4	254,13 ^a	14,21 ^a	3,92 ^{ab}	180,63 ^{ab}	1281,63 ^a
Mex - 80	192,29 ^b	16,17 ^a	3,51 ^c	209,63 ^a	733,10 ^{bc}
Mex - 81	216,21 ^b	14,96 ^a	3,83 ^{abc}	222,75 ^a	619,50 ^{bc}
Blanco verdura	201,54 ^b	14,96 ^a	3,73 ^{bc}	240,13 ^a	483,33 ^c

* Tratamientos con igual letra dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan al 5%.

Las producciones más altas fueron obtenidas con las variedades Turrialba 4, Jamapa y Porrillo N° 1 con rendimientos de 1.281,3; 980,5 y 936,3 Kg/ha respectivamente. Las variedades Mex. 80, Mex 27 y Mex 81 dieron rendimientos intermedios y Blanco de Verdura San Jero y S-182 fueron los de más bajas producciones, como lo señala el Cuadro 3.

En la matriz de correlación del Cuadro 4, se observa que el peso de la parte aérea estuvo correlacionada negativamente con la concentración total de nitrógeno. Esto quizás obedece al hecho de que el frijol es una planta de crecimiento determinado, lo que implica que absorbe el elemento temprano en su ciclo de vida y luego lo reutiliza, a medida que la edad de la planta va en aumento. De ésta manera se presenta un efecto de utilización (dilución), que no guarda correspondencia con el ritmo de absorción del nitrógeno.

El peso de la raíz y la concentración de nitrógeno en la planta, presentaron una correlación positiva. Esto indica que el peso del sistema radical de la planta se asocia muy de cerca con la concentración de nitrógeno (proteínas) en la parte aérea, lo que está de acuerdo con lo expresado por Meyer, Anderson y Bohning (6), quienes mencionan que una alta provisión de nitratos en el suelo, ocasiona una mayor movilización de nitrógeno hacia las partes aéreas de la planta, donde gran parte se utiliza en la síntesis de proteínas protoplasmáticas.

El efecto negativo de la correlación, producción de grano y concentración total de nitrógeno en la planta, se atribuye al hecho conocido de que la cantidad de un elemento esencial, por encima de su nivel crítico, tiene un efecto negativo en la producción. Esto puede haber ocurrido, ya que las parcelas libres de malezas permitían un mejor aprovechamiento del fertilizante.

El peso de la parte aérea tuvo una correlación negativa con el peso de la raíz, lo que podría explicarse en base a los conceptos emitidos por Meyer, Anderson y Bohning (6) quienes mencionan que, cuando existe un vigoroso desarrollo vegetativo de la parte aérea de la planta, es relativamente pequeña la proporción de nutrientes que se traslada a las raíces y por lo tanto, el sistema radical crece más lentamente que el tallo.

CUADRO 4. Matriz de correlación entre nódulos bacteriales, concentración total de nitrógeno, peso de la parte aérea, peso de la raíz y producción de grano. Est. Exp. Agr. Fabio Baudrit-M. 1973.

	Nódulos bacteriales	Concent. total de N	Peso de parte aérea	Peso raíz	Producción de grano
Nódulos bacteriales	1,00				
Concent. total de N	-0,05	1,00			
Peso parte aérea	0,24	-0,62**	1,00		
Peso de raíz	-0,07	0,93**	-0,57**	1,00	
Producción de grano	-0,00	-0,63**	0,66**	-0,65**	1,00

** Diferencia significativa al 1%

Se observó una correlación positiva, entre la producción de grano y el peso de la parte aérea; lógicamente, un mayor peso de la parte aérea tendrá una más alta capacidad fotosintética, lo que redundará en una mayor producción por parte de la planta, siempre y cuando esta haya crecido en condiciones adecuadas de nutrientes, luz, agua, etc.

Por otro lado, la producción tuvo correlación negativa con respecto al peso de la raíz, explicándose esto mediante los conceptos anteriormente emitidos, ya que un mayor peso de la parte aérea implica, en las condiciones del ensayo, un menor peso relativo de la raíz y consecuentemente una mayor producción.

RESUMEN

En la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, se evaluó el efecto de cuatro mezclas de herbicidas preemergentes en ocho variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.)

Las mezclas de herbicidas no afectaron el número de nódulos bacteriales atribuidos al género Rhizobium; por el contrario, las que contenían DNBP los incrementaron en 19,1 y 31,6% más que la deshierba manual.

El peso de la parte aérea fue significativamente mayor en las parcelas en que se aplicó las mezclas que contenían DNBP. Todas las mezclas de herbicidas incrementaron el peso de la raíz, a excepción del linurón con alaclor que la disminuyó.

El contenido de nitrógeno total en las plantas de frijol no fue afectado por ninguna de las mezclas de herbicidas.

Existieron correlaciones negativas entre la concentración de nitrógeno total en las plantas con el peso de la parte aérea y la producción de grano y entre el peso de la raíz con el peso de la parte aérea y la producción de grano. También, correlaciones positivas entre la concentración de nitrógeno total en las plantas y peso de la raíz y entre el peso de la parte aérea y la producción de grano.

Entre las variedades, La Turrialba fue superior, con una producción de 1.281,4 Kg/ha de grano.

LITERATURA CITADA

- 1- Balicka, N. 1969. Effect of herbicides on soil microflora. I. The effect on the number of soil microorganism in a field experiment. Acta microbiol. Pol. 18 (1): 3-6. en: Chemical Abstracts 70 (21): 95639x; mayo 26, 1969.
- 2- _____ . 1969. Effect of herbicides on soil microflora. III. The effect of herbicides on ammonification and nitrification in the soil. Acta Microbiol. Pol. 18(1): 7-10. En: Chemical Abstracts 70(21): 95640r; mayo 26, 1969.
- 3- _____ . 1969. Effect of herbicides on soil microflora. IV. Action on herbicides on soil microorganisms. Acta Microbiol. Pol. 18 (1): 11-14. En: Chemical Abstracts 70(21): 95641s; mayo 26, 1969.
- 4- Franco, A. y J. Dobereiner. 1967. Especificidade hospedeira na simbiose com Rhizobium-feijao e influencia de diferentes nutrientes. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 2: 467-474.
- 5- Mata, R. 1972. Efecto de varios herbicidas preemergentes en la nodulación del frijol (Phaseolus vulgaris). Est. Exp. Agr. Fabio Baudrit M. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Bol. Téc. 5(2): 1-10.
- 6- Meyer, B., D. Anderson y R. Bohning. 1970. Introducción a la fisiología vegetal. Traducción de Luis Guibert y Roberto Pitterberg. Editorial Universitaria de Buenos Aires, pág. 530-534.
- 7- Sud, R. y K. Gupta. 1972. Growth promotign effect of TCA and dalapon on Rhizobium strains. Indian Journal Microbiol. 12(4): 263 EN: Chemical Abstracts 79(9): 52297c; Sept. 3, 1973.
- 8- Zepeda, G. 1971. Especificidad del Rhizobium phaseoli en tres variedades de frijol. En; XVII Reunión Anual PCCMCA, Panamá 1971. Documento de Discusión.