

EVALUACION DE CULTIVARES DE FRIJOL VOLUBLE (PHASEOLUS VULGARIS) BAJO SIEMBRA SIMULTANEA Y DE RELEVO CON MAIZ (ZEAMAYS)*

Carmen Eugenia Chaves S.

Rodolfo Araya V.**

ABSTRACT

Evaluation of climbing bean cultivars (Phaseolus vulgaris) in association and relay planting with corn (Zeamays). The performance of 12 climbing bean cultivars was tested, in association and relay planting systems (55 days after corn tasseling) with intermediate corn (1.68 m average height), at the Fabio Baudrit Experimental Station, Alajuela, Costa Rica.

The relay system provided the lowest bean yields, because only the corn was fertilized and because of the unfavorable environment at the end of the vegetative cycle of this legumes.

Corn yield was lower in the association planting system. Bean cultivars had a differential influence on corn yield.

INTRODUCCION

La asociación de cultivos en el trópico latinoamericano tiene una historia casi tan larga como la agricultura. Se estima que en esta región un 60% del maíz y un 10% del frijol se siembran en sistemas asociados y su producción total aún juega un papel importante en la nutrición múltiple por la diversificación de la dieta, obtener un menor ataque de insectos y enfermedades, aprovechar la mano de obra familiar y dar uso intensivo a la tierra (3, 7, 4 y 12).

Estudios realizados en Costa Rica muestran que el rendimiento del frijol y del maíz en monocultivo es por lo general superior al rendimiento de estos cultivos en asociación (1 y 13) sin embargo, el beneficio económico de las asociaciones, en la mayoría de los casos, es significativamente mayor (9, 11 y 14).

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

**Jefe Sección de Leguminosas de Grano, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica, Apartado postal 183-4050, Alajuela, Costa Rica.

Los cultivares de frijol arbustivo han influido poco sobre el crecimiento y rendimiento del maíz, pero los de tipo indeterminado impiden el desarrollo normal de esta gramínea (5), que es siempre un buen competidor y a su vez reduce la producción del frijol, especialmente cuando se siembra en forma simultánea (2, 5, 8 y 13).

El sistema de siembra en relevo se asemeja al monocultivo debido a que no existe competencia directa entre los cultivos. Los problemas de volcamiento del maíz bajo este sistema se pueden inducir por el frijol de hábito trepador (según su agresividad o población), pero este tipo de hábito ha producido mayores rendimientos que el hábito II (4 y 5).

La selección de cultivares volubles y arbustivos de frijol, de alto potencial de producción y reducida capacidad competitiva, bajo asociación simultánea y de relevo respectivamente con esta gramínea permitirían intensificar este sistema de asociación. García (10) obtuvo dos cosechas de frijol en un mismo ciclo de maíz pero solo utilizó hábito de crecimiento arbustivo.

El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de 12 cultivares de frijol voluble asociados con maíz de porte bajo (altura \bar{X} 1,68 m), en los sistemas simultáneo y de relevo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit en un suelo con las siguientes características químicas: 0,49; 6,50; 2,0 y 0,65 meq/100 ml de suelo de K, Ca, Mg y Al, respectivamente y 102,0; 12,0; 3,6 y 8,0 ug/ml de suelo de Fe, Cu, Zn y Mn, respectivamente. El pH fue de 5,4.

Se usó un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas con tres repeticiones; las parcelas grandes fueron los cultivares de frijol y las subparcelas el sistema de siembra, con un área útil de 10 m². La siembra del maíz y frijol en forma simultánea se realizó el 3 de junio de 1982, junto con la siembra del maíz que se utilizó para la siembra de relevo. La siembra de frijol en relevo se realizó el 28 de setiembre de 1982.

Se sembraron tres semillas de maíz cada 0,5 m, en hileras distanciadas a 1,0 y se raleó a dos plantas por sitio (40.000 plantas/ha) 20 días después de la siembra. El frijol se sembró a ambos lados de los sitios de siembra del maíz a razón de seis semillas, para una densidad de 120.000 plantas/ha.

La primera fertilización se aplicó a la siembra y al fondo del surco a razón de 468 kg/ha de la fórmula comercial 15-15-15 y 40 días después se adicionó 50 kg de urea (45% de N/ha), que se distribuyó a los sitios de siembra del maíz en hoyos previamente efectuados con espeque; uno por sitio de siembra.

El control de malezas se efectuó con la aplicación de DNBP y pendimetalina a 200 y 150 ml/16 l de agua, respectivamente y 45 días después una deshierba manual. Para el frijol en relevo fue necesario hacer una aplicación adicional de herbicida, con los mismos productos y dosis antes mencionadas.

Los cultivares de frijol evaluados fueron: V-7923, V-7935, V-7936, V-7925, V-7937, México 29 N, Alajuela 1, Blanco Verdura, California Small Wonder, con

hábito de crecimiento tipo IIIB y V-79116, V-79117 y Rojo 70 con hábito de crecimiento IV A. Se utilizó un solo cultivar de maíz RPM x Tuxpeño Ciclo 17.

Las variables evaluadas en frijol fueron: rendimiento en grano, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de los granos.

Se consideró como "agresividad del frijol" la capacidad de trepar sobre el maíz y el desarrollo de su follaje, para lo cual se establecieron tres categorías: 1. agresivo; llega hasta el ápice de crecimiento del maíz y cubre con su follaje toda la planta. Puede afectar el normal desarrollo del ápice de crecimiento, 2. medianamente agresivo; llega hasta el ápice de crecimiento del maíz, pero no cubre con su follaje toda la planta y 3. poco agresivo; no sobrepasa la altura de la mazorca independientemente del grado de desarrollo de su follaje.

Las variables evaluadas en maíz fueron: rendimiento, altura de la planta (desde la base de la planta hasta el último nudo antes de la espiga), altura de la mazorca (desde la base de la planta hasta la base de la mazorca principal), número promedio de mazorcas por planta, acame de raíz y acame de tallo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Frijol

Los promedios de las variables evaluadas en frijol se dan en el cuadro 1. Hubo efecto significativo ($P \leq 0,01$) de los cultivares sobre todas las variables evaluadas y de los sistemas sobre el rendimiento en grano y número de vainas por planta ($P \leq 0,01$) y sobre el número de granos por vaina ($P \leq 0,05$).

El comportamiento de los cultivares dentro de cada sistema de siembra fue similar, pero hubo mayor producción bajo el sistema simultáneo (\bar{X} 706,6 g/10 m²) que en el sistema de relevo (\bar{X} 564 g/10 m²). Similar situación se presentó con los componentes del rendimiento (cuadro 1).

La ausencia de fertilizantes en el sistema de relevo (solo un posible efecto remanente del fertilizante aplicado a los 0 y 30 días de la siembra del maíz), la mayor competencia por luz (debido a la sombra que provenía del maíz) y principalmente, la reducida precipitación de noviembre (61,3 mm) y diciembre (15,2 mm), época que cubrió la formación de vainas y llenado de los granos, fueron las causas de una acentuada reducción de los rendimientos del frijol bajo el sistema de relevo. Lo que indica la necesidad de evaluar el efecto agroeconómico de la fertilización bajo el sistema de relevo, o de cultivares de frijol que sean eficientes en el aprovechamiento del fertilizante remanente. Esto con base en que el Alajuela 1 y el V-79116 no presentaron diferencias significativas en producción bajo los dos sistemas de asociación evaluados (cuadro 1).

La selección de cultivares de frijol apropiados tanto para siembra simultánea como de relevo, así como para dos épocas de siembra en el mismo ciclo vegetativo del maíz, parece posible si se considera que el rendimiento del Alajuela 1 no se modificó por efecto del sistema de siembra y su producción

no difirió estadísticamente de los cultivares más productivos (cuadro 1).

La mayoría de los cultivares agresivos manifestaron un ciclo vegetativo tardío y dieron los menores rendimientos; pero también hubo cultivares de ciclo vegetativo corto y poco agresivos como el California Small Wonder que tuvieron bajos rendimientos. La agresividad del frijol, se vió relacionada con la disminución de la producción del maíz.

Maíz

Los promedios de las variables evaluadas en maíz se dan en los cuadros 2, y 3. Hubo efecto significativo ($P \leq 0,01$) de los cultivares de frijol sobre el rendimiento del maíz. Los sistemas afectaron en forma significativa el rendimiento, altura de mazorca y número de mazorcas por planta ($P \leq 0,01$) y la altura de la planta y acame del maíz ($P \leq 0,05$).

Los mayores valores para todas las variables evaluadas en maíz se obtuvieron bajo el sistema de siembra de relevo, debido a que el frijol se sembró cuando el maíz había completado su ciclo vegetativo. El único efecto que podía inducir el frijol sobre el maíz fue el volcamiento, pero este siempre fue mayor bajo el sistema simultáneo, sin que se presentaran diferencias significativas por efecto de los cultivares en los dos sistemas.

Los cultivares Rojo 70 y V-79116, que se manifestaron como agresivos, fueron los que más perjudicaron los rendimientos del maíz, lo que concuerda con los resultados de Mancini (12), y Desir (5), quienes indican que la disminución en el rendimiento del maíz no se debe tanto a la competencia del frijol, sino a su altura, en la cual la guía actúa como una especie de freno al crecimiento y desarrollo normal del maíz. Esto fue evidente en este ensayo y motivado en parte por el bajo porte del maíz lo que facilitó que los cultivares agresivos antes mencionados, cubrieran por completo esta gramínea y afectaran su ápice de crecimiento.

El acame de raíz, fue superior bajo el sistema simultáneo, debido al mayor desarrollo de los cultivares de frijol en relación con el sistema de relevo por el empleo en este ensayo, de un maíz de bajo porte, el cual se ve más afectado por el frijol trepador.

RESUMEN

En la Estación Experimental Fabio Baudrit se evaluó el comportamiento de doce cultivares de frijol voluble asociados con maíz de porte bajo (altura \bar{X} 1,68 m) en siembra simultánea y de relevo (55 días después de la floración del maíz). El periodo experimental abarcó de junio a diciembre de 1982.

Con el sistema de relevo se obtuvo los menores rendimientos del frijol, debido a que solo se fertilizó al maíz y por las condiciones ambientales desfavorables al final del ciclo vegetativo de esta leguminosa.

El maíz dió los menores rendimientos en asociación simultánea. Los cultivares de frijol afectaron en forma diferencial la producción del maíz.

CUADRO 1. Valores promedios de las variables evaluadas en frijol voluble asociados al maíz en siembra simultánea y de relevo. Alajuela, 1982. 1/.

Cultivar	Rendimiento		Número de vainas/planta		Número de granos/vaina		Peso de 100 semillas	
	SS ²	SR ³	SS ²	SR ³	SS ²	SR ³	SS ²	SR ³
V-7923	4,13 ^{bcdA}	5,07 ^{bA}	2,74 ^{de}	1,92 ^{bcd}	2,43 ^{ab}	27,70 ^{cd}	27,00 ^{cd}	
V-7925	4,07 ^{bcdB}	5,60 ^{abA}	2,99 ^{bcd}	1,92 ^{cd}	2,47 ^{ab}	26,83 ^{cde}	25,63 ^{de}	
V-7935	4,93 ^{abA}	5,97 ^{abA}	2,96 ^{bcde}	2,31 ^a	2,50 ^{ab}	22,03 ^f	21,66 ^g	
V-7936	4,63 ^{abcB}	5,73 ^{abA}	2,77 ^{cde}	2,10 ^{abc}	2,57 ^a	24,05 ^{def}	23,86 ^{fg}	
V-7937	4,80 ^{abB}	6,17 ^{abA}	2,80 ^{cde}	1,93 ^{bcd}	2,39 ^{bc}	26,36 ^{cde}	24,80 ^{ef}	
V-9116	2,90 ^{dB}	4,90 ^{bA}	1,80 ^f	1,72 ^d	2,02 ^d	37,70 ^b	30,96 ^b	
V-79117	4,97 ^{abB}	6,07 ^{abA}	2,62 ^e	1,93 ^{bcd}	2,37 ^{bc}	23,96 ^{ef}	22,46 ^{fg}	
México 29-N	5,33 ^{abA}	5,70 ^{abA}	3,11 ^{bc}	2,19 ^{ab}	2,31 ^{bc}	24,36 ^{def}	26,56 ^{de}	
Alajuela 1	5,83 ^{AA}	6,60 ^{AA}	2,67 ^{de}	2,12 ^{ab}	2,47 ^{ab}	23,06 ^f	26,06 ^{de}	
California Small Wonder	5,03 ^{abA}	5,67 ^{abA}	3,55 ^a	2,04 ^{bcd}	2,45 ^{ab}	15,36 ^g	15,76 ^h	
Blanco Verdura	4,77 ^{abA}	6,00 ^{abA}	3,26 ^{ab}	1,93 ^{bcd}	2,25 ^c	28,90 ^c	28,50 ^c	
Rojo 70	3,43 ^{cdB}	5,33 ^{abA}	2,66 ^{de}	1,73 ^{cd}	2,03 ^d	45,70 ^a	43,63 ^a	

1/ Medias con igual letra minúscula para columnas e igual letra mayúscula para líneas, no difieren por la prueba de Duncan al nivel de 0,5%.

2 Sistema simultáneo

3 Sistema de relevo

CUADRO 2. Valores promedios de las variables evaluadas en maíz para el sistema simultáneo y de relevo (Alajuela 1982)*.

Variable	Sistema simultáneo	Sistema de relevo
Rendimiento (kg/10 m ²)	4,56 ^b	5,73 ^a
Altura de planta (m)	1,61 ^b	1,75 ^a
Altura de mazorca (m)	0,68 ^b	0,77 ^a
Nº promedio de mazorcas por planta	1,21 ^b	1,23 ^a
Acame de raíz	0,73 ^b	0,38 ^a

* Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra no difieren significativamente entre sí, de acuerdo a la prueba de Duncan (5%).

CUADRO 3. Rendimiento de raíz (kg/10 m²) en función de los cultivares volubles y sistemas de siembra. (Alajuela, 1982).

Cultivar	Sistema simultáneo	Sistema de relevo
V-7923	4,13 ^{bcdA}	5,07 ^{bA}
V-7925	4,07 ^{bcdB}	5,60 ^{abA}
V-7935	4,93 ^{abB}	5,97 ^{abA}
V-7936	4,63 ^{abcB}	5,73 ^{abA}
V-7937	4,80 ^{abB}	6,17 ^{abA}
V79116	2,90 ^{dB}	4,90 ^{bA}
V-79117	4,97 ^{abB}	6,07 ^{abA}
México 29-N	5,33 ^{abA}	5,70 ^{abA}
Alajuela 1	5,83 ^{AA}	6,60 ^{AA}
California Small Wonder	5,03 ^{abA}	5,67 ^{abA}
Blanco verdura	4,77 ^{abB}	6,00 ^{abA}
Rojo 70	3,43 ^{cdB}	5,33 ^{abA}

Medias con igual letra minúscula para columnas e igual letra mayúscula para líneas, no difieren por la prueba de Duncan a nivel de 0,5%.

LITERATURA CITADA

1. ACEVEDO, F.G. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol asociado con maíz. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1975. 91 p.
2. ARAUJO, R. DE y CHAGAS, R. Utilização do milho (*Zea mays*) como "tutor" para feijão (*Phaseolus vulgaris*) do tipo "voluvel" em um sistema consorciado de produção. Pesquisa Agropecuária Pernambuco 3 (2): 134-140. 1979.
3. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual 1977, Cali, Colombia, 1978. 94 p.
4. DAVIS, J. Asociación maíz-frijol. Hojas de frijol para la América Latina. Cali, Colombia, CIAT, 1981. (CIAT Serie 015B-9).
5. DESIR, S. y PINCHINAT, A. Producción agronómica y económica de maíz y frijol común asociados, según tipo y población de plantas. Turrialba 26 (3): 237-240. 1979.
6. FRANCIS, C. Frijol/maíz. Principios básicos de la asociación de cultivos y prioridades en la investigación. Tópico presentado en el primer curso intensivo de posgrado en producción de frijol. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977. 8 p.
7. FRANCIS, C. Interacción genotipo por sistema en la asociación frijol/maíz. Tópico presentado en el primer curso intensivo de posgrado en producción de frijol, Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1977, 25 p.
8. FRANCIS, C., PRAGER, M. y LAING, D. Genotype x environment interactions in climbing beans in monoculture and associated with maize. Crop Science 18 (2): 242-246. 1978.
9. GARCIA, M. Comparación preliminar de cinco épocas de siembra en la asociación maíz/frijol. In Reunión Anual del Programa Cooperativo para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. 12 a. San José, 1976. Memoria. San José, Costa Rica, PCCMCA, 1976.
10. GARCIA, M. Comparación de sistemas de siembra en la asociación frijol-maíz en El Salvador. Agricultura en El Salvador 17 (2): 7-14. 1978.
11. GARCIA, S. Principios básicos de la asociación de cultivos. Tópico presentado en el primer curso intensivo de adiestramiento posgrado en Investigación para la producción de frijol. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1980. 12 p.
12. MANCINI, M. y CASTILLO, M. Observaciones sobre ensayos preliminares en el cultivo asociado de frijol enredadera y maíz. Agricultura Tropical 16 (3): 161-166. 1960.
13. MEZA, R., ARAYA, R. y HERNANDEZ, F. Asociación de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en siembra simultánea. Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit 15 (2): 1-12. 1982.

14. MORENO, O., TURRENT, A. y NUÑEZ, R. Las asociaciones de frijol-maíz, una alternativa en los recursos del Plan Puebla. *Agrociencia* 114: 103-119. 1973.
15. SANTA CECILIA, F. y VIEIRA, C. Associated cropping of beans and maize. I Effects of Beans cultivars with different growth habits. *Turrialba* 28 (1): 19-22. 1978.