

EFECTO DEL SOMBREAMIENTO DE TRES CULTIVARES DE MAIZ (ZEA MAYS) Y SU FERTILIZACION RESIDUAL SOBRE DIECISEIS CULTIVARES DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS) EN ASOCIACION DE RELEVO*.

Mario Saborío M.

Rodolfo Araya V.**

ABSTRACT

Effect of shading of three corn cultivars (Zea mays) and residual fertilizer on sixteen cultivars of bush beans (Phaseolus vulgaris) in a relay planting system. The shading effect of three corn cultivars of different heights on sixteen cultivars of bush beans was studied in Grecia, Costa Rica. The control was a plot where the corn plant was removed a day before the bean sowing. Also the effect of the residual fertilizer from the corn was studied on beans sown on a relay planting system. The control plot used was with beans sown alone, not fertilized and with the same planting distance between rows as of corn. The differences of the penetration of light (luminous intensity on the bean top at pre-bloom and bloom) through the corn plant had no influence on the bean yield. There was no statistical difference on bean yield between the plot which had the corn plants up to the day before its sowing and the plot with a relay planting system. Differences on yield between bean cultivars were due to genotypic differences. The fertilization of corn had no influence on bean yield.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

En las zonas tropicales se han logrado importantes avances en diversos cultivos, pero hay poca aceptación por parte del pequeño agricultor debido a la baja capacidad de endeudamiento, costumbres y sistemas de cultivo (2, 9 y 12).

En Costa Rica, el 87% de la producción del maíz depende del pequeño agricultor, con un rendimiento promedio de 1700 kg/ha. En cuanto al frijol predomina

*Extracto de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor al Recinto Universitario de Grecia, Centro Regional de Occidente, Universidad de Costa Rica.

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

mina el sistema de monocultivo con escasa tecnología y bajo rendimiento (520 kg/ha) (9).

El sistema de cultivos asociados frijol-maíz al igual que otros sistemas de asociación puede proveer una serie de ventajas: mayor producción de biomasa, proteínas y carbohidratos comestibles por unidad de área y por unidad de tiempo; mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar y en el uso del terreno; mejor control de malezas; reducción de gastos (en materiales y labor manual) y un mayor ingreso neto con relación al monocultivo (1, 11, 13, 14 y 15). El grado de tecnología que involucra parece asequible al pequeño agricultor de maíz y frijol costarricense.

El cultivo de relevo consiste en sembrar frijoles durante el periodo comprendido entre la floración y la madurez fisiológica del maíz (6, 7, 8 y 10). Una diferencia importante entre la asociación simultánea y de relevo, es que en este último no existe disminución en el rendimiento de maíz debido a la competencia con el frijol. El rendimiento de esta leguminosa en relevo es mas alto que en siembra simultánea, sin embargo el ciclo del sistema de relevo es más largo y la decisión sobre el sistema mas apropiado depende de la distribución de lluvias y la secuencia de cultivos (7).

El aspecto de sombreamiento causado por la planta de maíz al frijol que releva ha sido poco estudiada, pero puede afectar el rendimiento ya sea directamente o vía crecimiento de malezas. En el frijol arbustivo se ha observado que este efecto está íntimamente ligado a la morfología de la planta de maíz (17) y que el frijol voluble es menos susceptible a la sombra (8).

El grupo morfológico de maíz con altura intermedia y mucho follaje (Tuxpeño Ciclo 15) permitió en un ensayo el mayor rendimiento del frijol en relevo y el menor en asociación simultánea. Los genotipos de maíz que permitieron buena penetración de luz, al frijol sembrado simultáneamente, dejaron un ambiente desfavorable al crecimiento del frijol en relevo (17). Se sugiere en este estudio la posibilidad de que algunos maíces fueran mas eficientes en el aprovechamiento del fertilizante y pudieran dejar un mayor remanente de fertilizante. Esto indica que el maíz puede influir al frijol, en particular con el fósforo (4 y 5), debido a que por lo general el agricultor fertiliza al maíz pero no al frijol que releva (11).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de tres diferentes portes del maíz sobre la producción del frijol arbustivo en asociación de relevo, con base a las diferencias de sombreamiento y posible fertilizante residual de esta gramínea sobre el frijol.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Universidad de Costa Rica, Centro Regional de Occidente, Recinto Universitario de Grecia, a una altitud de 860 m con una precipitación media anual de 2200 mm y temperatura media anual de 23,1°C. Las parcelas se localizaron en una área cultivada por varios años con caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) cuyo suelo presentó las siguientes características: pH 5,1; P 266 ppm; K 0,64 meq/100 ml; Ca 7,5 meq/100 ml; Mg 1,0 meq/100 ml; Al 0,35 meq/100 ml; Fe 62,0 ppm; Cu 10,0 ppm; Zn 3,2 ppm; Mn 13,0 ppm y un grado de textura Franco.

Se utilizaron tres cultivares de maíz procedentes del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Tuxpeño Ciclo 6 (planta alta, mucha hoja); Tuxpeño Ciclo 15 (planta baja, mucha hoja) y Eto Blanco selección reducción de hoja y espiga (planta baja y poca hoja), y dieciseis cultivares de frijol de hábito II* (excepto Brunca, hábito III**), ocho negros: ICA Pijao, Pavamor, Talamanca, BAT 64, Porrillo Sintético, Jamapa, Brunca, BAT 1057, y ocho rojos; Rev 81, FF 67012 CM (8), BAT 202, México 80-R, Corobicí y BAT 896.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y arreglo de tratamientos en parcelas subdivididas. La parcela principal (16 m x 5,5 m = 88 m²) correspondió al cultivar de maíz, la subparcelas (16 m x 2,75 m = 2,75 m²) a los cultivares de frijol. El tratamiento "sin maíz" consistió en cortar, a ras del suelo las plantas de maíz un día antes de la siembra de frijol, con el objetivo de tener un suelo con similares características de fertilidad (efecto de la extracción de nutrientes por parte del maíz o fertilizante remanente, etc) para las subparcelas.

Se dejaron dos plantas de maíz por sitio de siembra cada 0,5 m, y 1,0 m entre hileras (población de 40.000 plantas/ha). El frijol se sembró con azadón en el borde del lomillo de maíz y se depositó una semilla cada 0,08 m (población de 125.000 plantas/ha). La parcela útil fue de 44 m² en el maíz y 2,75 m² en el frijol.

Se aplicaron 90-39,3-25,0 kg/ha de NPK (fórmula comercial 10-30-10). El fósforo y el potasio se aplicaron una sola vez, al momento de la siembra del maíz y al fondo del surco. El nitrógeno se fraccionó en dos partes iguales; una al momento de la siembra y al fondo del surco y la segunda se aplicó en bandas, treinta días después. El frijol no recibió fertilización de acuerdo a la costumbre del agricultor.

Las variables evaluadas en maíz fueron: altura de planta, altura de mazorca; número de mazorcas por planta; distancia entre nudos; porcentaje de desgrane y rendimiento en grano. Para el frijol se anotó; altura de planta; madurez fisiológica; número de vainas por planta; número de granos por vaina; peso de 100 granos y penetración de la luz (intensidad lumínica en la copa a prefloración y floración, efectuadas a las 9, 12 y 15 horas, con un fotómetro marca Gussen modelo lunasix 3).

Se efectuó además un ensayo anexo para obtener un indicador del posible remanente de fertilizante que pudo aprovechar el frijol al relevar el maíz. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: frijol "con maíz" Tuxpeño Ciclo 6; frijol "sin maíz" Tuxpeño Ciclo 6; frijol "con maíz" Tuxpeño Ciclo 15; frijol "sin maíz" Tuxpeño Ciclo 15; frijol "con maíz" Eto Blanco; frijol "sin maíz" Eto Blanco y frijol en monocultivo. El tratamiento "sin maíz" consistió en la siembra del frijol en monocultivo con la misma densidad y distancia de siembra del ensayo principal, pero sin fertilización previa.

*Hábito II: arbustivo indeterminado, **Hábito III: arbustivo indeterminado pos-trado

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados medios referentes al maíz se encuentran en el cuadro 1. Los tratamientos no afectaron en forma significativa el rendimiento en grano y el número de mazorcas por planta así como la intensidad lumínica en prefloración a las 9 y 15 horas y en floración a las 9 y 12 horas.

CUADRO 1. Resultados medios referentes al maíz bajo asociación de relevo con frijol, Grecia, Alajuela. 1982.*

Cultivares de maíz	Altura planta cm	Altura mazorca cm	Distancia entre nudos en m	Intensidad lumínica (lux)	
				Pre-floración 12 horas	Floración 15 horas
Eto blanco	1,82 ^b	0,75 ^b	0,15 ^a	59718,70 ^a	7704,85 ^a
Tuxpeño Ciclo 6	1,96 ^a	1,04 ^a	0,14 ^b	53188,28 ^b	7247,45 ^b
Tuxpeño Ciclo 15	1,50 ^c	0,67 ^b	0,13 ^c	43696,07 ^c	7097,88 ^b

*En cada columna, los promedios seguidos de la misma letra no difieren entre si, al nivel de 5% por la prueba de Duncan.

La diferencia en altura de planta de los maíces empleados indujo diferencias en la intensidad lumínica a prefloración (12 horas) y en floración (15 horas). El cultivar Eto Blanco permitió la mayor penetración de luz a la copa del frijol, a pesar de su mayor altura de planta en relación al Tuxpeño Ciclo 15, como un posible efecto de su poco follaje. El Tuxpeño Ciclo 6 y Ciclo 15 manifestaron diferencias entre ellos sólo para altura de planta, distancia entre nudos e intensidad lumínica a prefloración a las 12 horas, pero siempre fueron inferiores al Eto Blanco para todas las variables medidas con excepción de la altura de planta y altura de mazorca.

Las diferencias en la intensidad lumínica a que estuvo expuesto el frijol no tuvo efecto sobre su rendimiento en grano y componentes de rendimiento, tanto para los maíces evaluados como para los sistemas. El menor valor registrado para la intensidad lumínica fue de 7037,88 lux (Tuxpeño Ciclo 15, medido a las 15 horas) que corresponde aproximadamente a 750 candelas-pie. Este valor es superior a la intensidad de luz mínima, que necesita el frijol para llevar a cabo sus funciones normales de fotosíntesis y respiración (36).

Los resultados promedios referentes al frijol se dan en el cuadro 2, hubo diferencias significativas (P 0,01) entre cultivares para todas las variables evaluadas, esto denota la variabilidad genética empleada de Phaseolus vulgaris, pero no hubo efecto de los sistemas: maíz x sistema; maíz x frijol y sistemas x frijol, para el rendimiento y sus componentes, altura de copa y altura de guía. La ausencia de competencia entre los cultivares de maíz y frijol empleados indica que este sistema puede ser beneficioso al pequeño agricultor por la obtención de producciones similares a las del monocultivo. Además sugiere que la selección de cultivares de frijol arbustivo para asociación de relevo con maíz podría ser efectuada bajo monocultivo pero con las distancias entre hileras recomendadas para maíz.

Las amplias diferencias en el ciclo vegetativo de los cultivares de frijol empleados, cuadro 2, indica el amplio uso de este sistema bajo diversas

CUADRO 2. Resultados medios referentes a los cultivares de frijol bajo asociación de relevo con maíz (Grecia, Alajuela, 1982)*

Cultivares	Rendimiento (g/2,75 m ²)	N° vainas /planta (\sqrt{x})	N° granos /vaina (\sqrt{x})	Peso 100 semillas (g)	Altura copa (cm)	Altura guía (m)	Días a floración (\sqrt{x})	N° días a madurez fisiológica (\sqrt{x})
ICA Pijao	198,09 ^a	2,25 ^{de}	2,39 ^a	21,12 ^b	0,45 ^a	0,18 ^{cd}	6,36 ^{efg}	9,22 ^a
Bat 64	197,28 ^a	2,45 ^{ab}	2,36 ^{ab}	17,97 ^{efgh}	0,45 ^a	0,31 ^b	6,73 ^{cd}	9,15 ^b
Talamanca	194,61 ^{ab}	2,40 ^{abcd}	2,35 ^{ab}	18,87 ^{ef}	0,41 ^{bc}	0,10 ^{fg}	6,32 ^g	9,06 ^{dc}
Porrillo sintét.	172,67 ^{abc}	2,14 ^{ef}	2,39 ^{cd}	20,10 ^{cd}	0,46 ^a	0,27 ^{bc}	6,32 ^g	9,04 ^d
Bat 1057	172,31 ^{abc}	2,40 ^{ab}	2,33 ^{abc}	16,78 ⁱ	0,41 ^{bc}	0,23 ^{cd}	6,49 ^b	9,06 ^{cd}
Jamapa	172,27 ^{abc}	2,59 ^a	2,22 ^e	18,09 ^{efgh}	0,40 ^{bcd}	0,40 ^{bcd}	6,31 ^g	9,05 ^{cd}
A-21	167,28 ^{bcd}	2,10 ^{ef}	2,39 ^a	24,02 ^a	0,42 ^b	0,47 ^a	6,33 ^{fg}	8,94 ^e
Brunca	159,22 ^{cde}	2,25 ^e	2,32 ^{abc}	20,90 ^{bc}	0,40 ^{bcd}	0,49 ^a	5,83 ^k	8,66 ^{gh}
Rev. 79	157,92 ^{cde}	2,46 ^{ab}	2,25 ^e	17,31 ^{bc}	0,39 ^{cd}	0,37 ^b	6,14 ⁱ	8,71 ^g
Corobicí	154,92 ^{cde}	2,21 ^{ef}	2,30 ^{bcd}	19,61 ^{de}	0,37 ^{ef}	0,08 ^g	6,44 ^{bc}	9,10 ^{bc}
Bat 202	151,69 ^{cde}	2,36 ^{bcd}	2,22 ^e	17,84 ^{gh}	0,38 ^{def}	0,35 ^{bc}	6,24 ^h	8,70 ^g
Pavamor	145,50 ^{cde}	2,28 ^{cde}	2,21 ^e	18,67 ^{efg}	0,39 ^{cd}	0,14 ^{fg}	6,56 ^a	9,07 ^{cd}
Rev. 81	142,61 ^{cde}	2,26 ^{de}	2,25 ^{de}	17,26 ^{hi}	0,37 ^{ef}	0,09 ^g	6,38 ^{def}	8,82 ^e
FF-67012CM(88)	141,81 ^{de}	2,24 ^{cde}	2,24 ^{de}	18,15 ^{efgh}	0,37 ^{ef}	0,32 ^{bc}	6,21 ^h	8,72 ^{fg}
México-80-R	129,53 ^e	1,97 ^f	2,25 ^{de}	20,16 ^{bcd}	0,36 ^f	0,21 ^{de}	5,94 ^j	8,61 ^h
Bat 896	129,17 ^e	2,27 ^{de}	2,27 ^{cde}	17,16 ^{hi}	0,38 ^{def}	0,16 ^{defg}	6,41 ^{cde}	9,02 ^d

*En cada columna los promedios, seguidos de la misma letra no difieren entre sí, al nivel de 5%, por la prueba de Duncan.

condiciones de distribución de las lluvias, para efecto de la cosecha del frijol y la época de recolección del maíz.

Ensayo Anexo

En el ensayo anexo no existieron diferencias significativas entre tratamientos. El frijol bajo monocultivo rindió igual, estadísticamente, al frijol asociado, por lo que la fertilización aplicada al maíz no influyó en el rendimiento del frijol.

Estos resultados no concuerdan con otras investigaciones en que se ha encontrado respuesta a la fertilización aplicada al maíz (5 y 7). Es probable que la cantidad de fósforo en el suelo (26 ppm) contribuyó con esta respuesta.

RESUMEN

En Grecia, Costa Rica se evaluó el efecto del sombreado sobre el frijol de tres cultivares de maíz de diferente porte. Como testigos se utilizaron parcelas en las cuales se eliminaron las plantas de maíz, un día antes de la siembra de frijol. Se midió además el efecto del fertilizante residual con que se abono esta gramínea, sobre el frijol en relevo. Para lo cual se utilizó como testigo frijol en monocultivo sin fertilizar y con la misma distancia entre hileras del maíz.

La producción de esta leguminosa en las parcelas que tuvieron maíz hasta un día antes de su siembra fue estadísticamente igual a la sembrada en relevo con maíz, debido a que los valores de las intensidades lumínicas que indujeron los maíces fueron superiores al valor mínimo que necesita el frijol.

La fertilización aplicada al maíz no influyó en la producción de frijol. La diferencia en rendimiento entre los cultivares de frijol, se atribuyó a diferencias entre genotipos.

LITERATURA CITADA

1. ACEVEDO, F. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris) asociado con maíz (Zea mays). Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, U.C.R.-CATIE, 1975. 91 p.
2. BAZAN, R. et al. Desarrollo de sistemas de producción agrícola, una necesidad para el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 1974. 12 p.
3. CALENIROS, B. Algunos índices bioeconómicos asociados a combinaciones multiculturales feijao (Phaseolus vulgaris) milho (Zea mays) e batata doce (Ipomoea batata). Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 110 p.
4. CAMPOS, B. Respuesta del frijol común a la fertilización nitrofosforada del cultivo intercalado maíz-frijol en suelos de bajo contenido de fósforo en El Salvador. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 22 San José, Costa Rica, 1976. Memoria, San José, PCCMCA, 1976. p. irr.

5. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Descripción de una alternativa para el mejoramiento del sistema maíz-frijol en relevo practicado por el pequeño agricultor de la comunidad agrícola de Samulalí, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 96 p.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Programa de Sistema de Producción de frijol, Informe 1974, Cali, Colombia, CIAT 1975, 20 p.
7. ————. Informe del programa de frijol 1978. Cali, Colombia, CIAT 1979. 81 p.
8. CLARK, A., LAWG, A. y DAVIS, J. El frijol en el Centro. Hojas de frijol para América Latina. CIAT. Julio - setiembre, 1979. 8 p. (serie 01 8B (12) 82).
9. COSTA RICA, SECRETARIA EJECUTIVA DE PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Diagnóstico del Sector Agropecuario de Costa Rica, 19762. 1980. (Resumen) 1982. 423 p.
10. DESIR, S. Producción de maíz y frijol común asociado según hábito de crecimiento y población de plantas, Teis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975, 41 p.
11. DUPLAN, L. Análisis económico de la producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo cuatro sistemas de producción, Alajuela, Costa Rica. Convenio IICA-ZN. ROCAP. Publicación miscelánea N°90. Guatemala, 1972. 35 p.
12. FRANCIS, C. Multiple cropping potencial of beans and maize. Hort.Science 13 (1). 12-17. 1978.
13. JALDIM, E. Efecto de tipo de planta y distribución de surco sobre el crecimiento y rendimiento de la vainica (Phaseolus vulgaris) asociado con maíz (Zea mays) tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1978, 90 p.
14. MEZA, R., ARAYA, R. y HERNANDEZ, F. Asociación de dos cultivares de maíz (Zea mays) con dos de frijol (Phaseolus vulgaris) en siembra simultánea. Boletín Técnico de la Estación Experimental Fabio Baudrit M. 15 (2): 1-12. 1982.
15. MORENO, O., TURRENT, A. y NUÑEZ, R. Las asociaciones maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores del Plan Puebla. Agrociencia (México) N°14: 103-117. 1973.
16. OZBUN, J.L., VOLD, R. y JACKSON, W. Effects of light and darkness on gaseous exchange of bean leaves. Plant Physiology (2): 523-527.
17. WOLLEY, J. Evaluación de genotipos de maíz para uso con frijol arbustivo en relevo y asociación. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 28 a, San José, Costa Rica, 1982. Memoria, San José, PCCMCA, 1982. p. irr.