

EVALUACION DE LA ASOCIACION DE DOS CICLOS VEGETATIVOS DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.) CON UNO DE MAIZ (ZEAMAYS L.)*

Elida Ma. González V.
Rodolfo Araya V.**
Walter González M.***
Guillermo Gálvez E.****

ABSTRACT

Effect of two vegetative cycles of beans (Phaseolus vulgaris L.) planted in association with one cycle of maize (Zeamays L.). In Grecia, Costa Rica, two bean crops (cultivars Huetar Ila, Brunca IIIa, Mexico 29-N and Alajuela 1 IIIb) were tested in association with one vegetative cycle of maize (cultivar Tico V-1, short plant) This system was compared with the maize-bean association under only one cycle.

The maize yield was the same when planted in association with beans in one or two cycles, but was 28% lower in relay planting.

A differential behavior was found among bean cultivars and planting systems. Likewise, the maize was affected by all bean cultivars in association planting. The Huetar cultivar was the best under association planting, for its high yield and for allowing the highest maize yield. Mexico 29-N showed the highest yield under the relay planting system.

INTRODUCCION

El rendimiento del maíz y frijol asociados dependen de factores como altura y follaje del maíz, siembra simultánea o de relevo, hábito de creci-

*Extracto de parte de la tesis de Ing. Agr., presentada por el primer autor al Centro Universitario de Occidente, Universidad de Costa Rica.

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

***Ing. Agr. Programa de Estudios Económicos, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica. Apartado 183-4050, Alajuela, C.R.

****Ph. D. Coordinador Regional Programa de Frijol, Centroamérica y el Caribe, CIAT.

miento del frijol, poblaciones de frijol y/o maíz (1, 4, 5, 6, 7, 8 y 10).

La arquitectura de la planta de frijol y su ciclo vegetativo son determinantes en el grado de competencia que se establecerá en la asociación. El frijol de crecimiento indeterminado trepador puede rodear las espigas del maíz, interferir con la polinización, afectar los ápices de crecimiento e impedir su desarrollo normal (2, 5). Los cultivares de ciclo vegetativo precoz y crecimiento determinado son menos competitivos con el maíz y facilitan la cosecha del grano de esta leguminosa (3).

La obtención de dos cosechas de frijol dentro del ciclo vegetativo del maíz es posible según García (6) y Serpa et al (9). Chaves y Araya (2) indican, inclusive, que el frijol en siembra simultánea, puede afectar el rendimiento del frijol en relevo con el mismo maíz, bajo el sistema en que solo se fertilizó el maíz y el frijol en relevo no recibió fertilización.

El objetivo de este trabajo fue conocer el comportamiento de frijol con diferente hábito de crecimiento y dos ciclos vegetativos consecutivos, dentro de uno de maíz y su relación con la productividad de la asociación bajo un solo ciclo de frijol.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se efectuó en terrenos del Centro Regional de Occidente, propiedad de la Universidad de Costa Rica, en la localidad de Grecia, a una altitud promedio de 860 m, con una precipitación anual de 2200 mm y temperatura media anual de 23,1 C. El suelo presentó las siguientes características: pH 5,3; Al 0,55 meq/100 ml, Ca 4,0 meq/100 ml, Mg 1,2 meq/100 ml, K 0,18 meq/100 ml, P 2,0 ppm, Zn 3,8 ppm, Mn 9,0 ppm, Cu 13,0 ppm, Fe (trazas) M.O. 12,3% y de textura Franco.

Como material experimental se usó el cultivar de maíz Tico V-1 Mejorado (planta baja) y cuatro cultivares de frijol: Huetar (rojo, Tipo IIa), Brunca (Tipo IIIa), Alajuela 1 y México 29-N (rojo y negro respectivamente), ambos de tipo IIIb).

Se usó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 4 (dos ciclos de frijol por ciclo de maíz según la combinación: cuatro cultivares de frijol en el sistema de siembra simultánea por cuatro cultivos de frijol en el sistema de siembra de relevo) y tres repeticiones. Se sembraron tratamientos adicionales para determinar el efecto de los sistemas de siembra en un solo ciclo de frijol por ciclo de maíz sobre el comportamiento de ambos cultivos. Estos se distribuyeron según el mismo diseño pero en factorial 2 x 2 (dos sistemas de siembra por cuatro cultivares de frijol).

Cada parcela estuvo constituida de dos hileras de 6 m de largo, separadas por 0,8 m con un área total de 9,6 m² y un área útil de 8,0 m².

La siembra simultánea consistió en plantar simultáneamente maíz y frijol en el mismo terreno y en la misma hilera. El maíz se sembró con azadón (tres semillas cada 0,5 m) y 20 días después de la siembra, se raleó a dos plantas por sitio. El frijol se sembró entre los sitios de siembra por hileras de maíz: 10 semillas de frijol de hábito IIa y IIIa ó 6 semillas

de frijol de hábito IIIb, según el tratamiento correspondiente, Luego de la cosecha de frijol de estos tratamientos se efectuó la siembra de relevo en la misma parcela, que consistió en plantar el frijol después de la madurez fisiológica del maíz. El frijol se sembró a espeque a ambos lados de la planta de maíz, 10 semillas de frijol de hábito IIa y IIIa, o 6 semillas de frijol de hábito IIIb, según el tratamiento.

En ambos sistemas las poblaciones iniciales fueron 40.000 plantas/ha de maíz, 250.000 plantas/ha de frijol hábito II y IIIa, y 150.000 plantas/ha de frijol de hábito IIIb.

El combate de malezas se realizó mediante la aplicación de la mezcla Pendimetalina (1 kg/ha), Metabenzatiazurón (1 kg/ha) y Paraquat (5 l/ha), dos días después de la siembra del maíz. Además se realizaron deshierbas manuales a los 22, 108, 139 y 178 días después de la siembra del maíz.

La primera fertilización se realizó a la siembra; se depositó al fondo del surco 38-49-32 kg/ha N-P-K, con la fórmula comercial 10-30-10. A los 30 y 45 días de la brotación del maíz, se aplicaron 90 kg/ha de úrea (46% N) a espeque, a ambos lados del maíz.

El frijol en siembra de relevo no recibió fertilización, debido a que esta labor no la efectúan los agricultores de la zona donde se efectuó el ensayo.

Las variables evaluadas en frijol fueron: rendimiento en grano, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos.

Las variables evaluadas en maíz fueron: rendimiento en grano y altura de planta (se midió desde la superficie del suelo, hasta la base de la espiga, con base en el promedio de 12 plantas tomadas al azar).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados promedio obtenidos con base en la producción anual (dos ciclos de frijol asociados con un ciclo de maíz) se dan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Efectos medios de los sistemas de siembra y cultivares de frijol sobre la producción de dos cosechas de frijol por ciclo vegetativo de maíz. Alajuela, 1983.

Sistema de siembra	Cultivares de frijol	Rendimiento (kg/8 m ²)
Simultánea	Alajuela 1	0,98 ^{c*}
	México 29-N	1,03 ^{bc}
	Huetar	1,08 ^b
	Brunca	1,21 ^a
Relevo	Alajuela 1	1,06 ^b
	México 29-N	1,25 ^a
	Huetar	0,89 ^c
	Brunca	1,10 ^b

*Cultivares con la misma letra dentro de un mismo sistema, son estadísticamente iguales, según la Prueba de Duncan al 5%.

Hubo diferencias significativas ($P \leq 0,01$) entre los cultivares de frijol en cada sistema de siembra. Así cada cultivar de frijol contribuyó en forma diferencial al rendimiento acumulado de dos ciclos de frijol y el efecto varió según el sistema de siembra.

No se presentó interacción de cultivares de frijol en el sistema de siembra simultánea por cultivares de frijol en el sistema de relevo, lo que indica un comportamiento similar de los cultivares en ambos sistemas y que la siembra de un cultivar en el sistema simultáneo no afectó el rendimiento del otro cultivar sembrado en relevo con el mismo maíz. Este resultado difiere del obtenido por Chaves y Araya (2) los que encontraron que los cultivares de frijol voluble que evaluaron en siembra simultánea afectaron en forma diferencial el rendimiento del cultivar Brunca sembrado en relevo.

Debido a que no existió interacción de cultivares en siembra simultánea por cultivares en siembra de relevo, el comportamiento de cada cultivar solo fue afectado por el sistema de siembra y tanto en el análisis de la cosecha anual (dos ciclos de frijol por ciclo de maíz) como en el análisis de una cosecha por sistema de siembra, hubo un comportamiento similar de los cultivares.

Los resultados promedio obtenidos al sembrar un solo ciclo de frijol dentro del ciclo de maíz se dan en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Efectos medios de cultivares de frijol y sistemas de siembra sobre las variables evaluadas en frijol, con base a una cosecha de esta leguminosa dentro del ciclo vegetativo del maíz. Alajuela, 1983.

Sistema de siembra	Cultivar de frijol	Rendimiento (kg/8 m ²)	Nº de vainas por planta	Nº de granos por vaina	Peso de 100 granos (g)
Simultánea	Alajuela 1	0,59A ^a b ^{**}	2,46A ^b	2,33 ^a	15,27
	México 29-N	0,49A ^c	2,66A ^a	2,10 ^b	15,06
	Huetar	0,53A ^{bc}	2,34A ^b	2,10 ^b	14,36
	Brunca	0,80A ^a	2,49A ^{ab}	2,25 ^b	15,41
Relevo	Alajuela 1	0,42B ^{bc}	2,46A ^b	2,38 ^a	15,27 ^a
	México 29-N	0,57A ^a	2,77A ^a	2,22 ^a	13,57 ^a
	Huetar	0,34B ^c	1,90B ^c	2,23 ^a	17,51 ^a
	Brunca	0,53B ^a	2,17B ^b	2,27 ^a	14,89 ^a

*Un cultivar con la misma letra mayúscula en los dos sistemas de siembra, indica que el sistema de siembra no afectó estadísticamente la variable evaluada según Prueba de Tukey al 5%.

**Cultivares con la misma letra minúscula dentro del mismo sistema de siembra son estadísticamente iguales según la Prueban de Duncan al 5%.

Para todas las variables evaluadas en frijol, con excepción del peso de 100 granos, hubo diferencia significativa ($P \leq 0,01$) por efecto de cultivares de frijol. Entre sistemas de siembra sólo hubo diferencias significativas ($P \leq 0,01$) para el rendimiento y el número de vainas por planta. Se encontró interacción entre sistemas y cultivares de frijol para el rendi-

miento y número de vainas por planta.

El cv. Brunca en siembra simultánea y México 29-N en siembra de relevo, fueron los que más influyeron en la productividad de dos ciclos de frijol dentro del ciclo de maíz, Cuadro 2, por obtener el mayor rendimiento. En la siembra de relevo, el rendimiento del cv. Huetar sufrió una disminución significativa (36%) en relación a la siembra simultánea, lo mismo sucedió con el cv. Brunca (34%) y el Alajuela 1 (29%). Estos resultados sugieren que la ausencia de fertilización, para el frijol en el sistema de relevo, influyó en sus rendimientos.

Los promedios de las variables evaluadas en maíz asociado con dos ciclos de frijol se presentan en el Cuadro 3. Sólo hubo diferencia significativa ($P \leq 0,01$) para el rendimiento por efecto de los cultivares de frijol en siembra simultánea.

CUADRO 3. Efectos medios de los cultivares de frijol y sistemas de siembra sobre las variables evaluadas en maíz, con base a dos cosechas de frijol dentro del ciclo vegetativo del maíz. Alajuela, 1983.*

Sistema de siembra	Cultivares de frijol	Rendimiento (kg/8 m ²)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca principal (cm)	N° de mazorcas/planta	% de grano
Simultánea	Alajuela 1	4,29 ^b	1,85 ^a	0,96 ^a	1,27 ^a	83,58 ^a
	México 29-N	4,53 ^b	1,89 ^a	0,97 ^a	1,27 ^a	83,42 ^a
	Huetar	5,22 ^a	1,91 ^a	0,98 ^a	1,27 ^a	83,92 ^a
	Brunca	4,57	1,84 ^a	0,94 ^a	1,26 ^a	84,25 ^a
Relevo	Alajuela 1	4,76 ^a	1,90 ^a	0,98 ^a	1,27 ^a	83,67 ^a
	México 29-N	4,57 ^a	1,84 ^a	0,93 ^a	1,27 ^a	83,42 ^a
	Huetar	4,73 ^a	1,89 ^a	0,98 ^a	1,27 ^a	84,00 ^a
	Brunca	4,55 ^a	1,87 ^a	0,95 ^a	1,27 ^a	84,00 ^a

*Cultivares con la misma letra dentro del mismo sistema, estadísticamente tuvieron el mismo efecto sobre la variable, según la Prueba de Duncan al 5%.

Los promedios de las características evaluadas en maíz asociado con un ciclo de frijol se presentan en el Cuadro 4. Sólo hubo diferencias significativas entre sistemas de siembra para el rendimiento y altura de planta ($P \leq 0,01$) y para la altura de mazorca principal ($P \leq 0,05$).

CUADRO 4. Efectos medios de cultivares de frijol y sistemas de siembra sobre las variables evaluadas en maíz, con base a una cosecha de frijol dentro del ciclo vegetativo del maíz. Alajuela, 1983.

Sistema de siembra	Cultivares de frijol	Rendimiento (kg/8 m ²)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca Principal (cm)	N° de mazorcas/planta	% de grano
Simultánea	Alajuela 1	4,34	1,93	0,97	1,25	83,03
	México 29-N	4,11	1,96	0,97	1,25	84,08
	Huetar	5,28	1,91	0,98	1,25	83,77
	Brunca	4,48	1,95	0,98	1,27	84,43

Continuación Cuadro 4.

Sistema de relevo	Cultivares de frijol	Rendimiento (kg/ 8 m ²)	Altura de planta cm	Altura de mazorca principal (m)	Nº de mazorcas/planta	% de grano
Relevo	Alajuela 1	5,92	1,95	0,97	1,27	82,17
	México 29-N	5,64	1,94	1,01	1,25	83,37
	Huetar	5,63	2,04	1,09	1,24	85,40
	Brunca	6,28	2,13	1,20	1,27	83,37

Quando se sembraron dos ciclos de frijol, en el ciclo vegetativo del maíz, el mayor rendimiento de esta gramínea se obtuvo al utilizar en siembra simultánea el frijol Huetar. Según Davis (3) este es un cultivo de baja capacidad competitiva y de buena productividad, debido a que su rendimiento sólo fue inferior estadísticamente al cv. Brunca, lo que sugiere que para uno o dos ciclos de frijol dentro del ciclo del maíz, el cultivar más apropiado en la siembra simultánea fue el cv. Huetar.

En relación con un supuesto ingreso por la venta de la producción obtenida de la asociación de dos ciclos de frijol por ciclo de maíz, el aumento en rendimiento del cv. Brunca en relación al cv. Huetar, sería superado por la mayor producción del maíz cuando estuvo asociado con el cv. Huetar. Esto considerando una relación de precios maíz-frijol de 1: 2,9.

Quando se sembró un ciclo de frijol dentro del ciclo de maíz, el rendimiento del maíz fue mayor en el sistema de siembra de relevo que en la siembra simultánea, (Cuadro 4). Además el maíz no mostró diferencias significativas en su rendimiento debidas a cultivares de frijol en siembra de relevo, debido a que el frijol se sembró cuando los granos de maíz habían completado su madurez fisiológica y no hubo acame del maíz.

Para el sistema de relevo el cv. México 29-N fue el más apropiado por obtener el mayor rendimiento. La menor altura de planta de maíz se presentó bajo el sistema de siembra simultánea, efecto que puede atribuirse a la competencia de los cultivares de frijol, que impidieron el desarrollo normal del maíz. Existió además una correlación positiva y altamente significativa ($r = 0,97$) entre la altura de la mazorca principal y la altura de la planta.

RESUMEN

En Grecia, Costa Rica se evaluó dos cosechas de frijol (cvs. Huetar IIa; Brunca IIIa, México 29-N y Alajuela 1 IIIb) en un ciclo vegetativo de maíz (cv. Tico V-1, planta baja). Se comparó este sistema con la asociación maíz frijol bajo un solo ciclo de siembra.

El rendimiento del maíz bajo dos ciclos de siembra de frijol fue similar al rendimiento del maíz bajo asociación simultánea pero inferior en 28% a la producción de esta gramínea bajo asociación de relevo con frijol.