

ASOCIACION DE MAIZ (Zea mays L.) Y FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN SIEMBRA SIMULTANEA*.

Ronald Meza F.

Rodolfo Araya V.**

Flerida Hernández***

RESUMEN

Se evaluó en Alajuela, Costa Rica, la siembra simultánea en el mismo surco de dos cultivares de maíz (Zea mays; 40.000 plantas/ha) con dos de frijol (Phaseolus vulgaris; 220.000 plantas/ha) a dos distancias de siembra entre surcos (1,00 y 0,75 m).

La relación entre los rendimientos del maíz y del frijol fue compleja, así el cultivar de maíz de porte bajo sufrió reducción en la producción de grano al asociarse con el frijol indeterminado trepador pero denotó lo contrario al asociarse con el frijol arbustivo indeterminado. El maíz de porte alto tuvo un rendimiento en grano similar en monocultivo como en asociación. A su vez, el frijol sufrió una notoria reducción en la producción de grano al asociarse con cualquiera de los cultivares de maíz.

En el sistema de asociación simultánea el frijol produjo más a 0,75 m entre surcos, pero el maíz no mostró diferencias significativas en rendimiento para las dos distancias evaluadas.

Se obtuvo un mayor "uso eficiente de la tierra" en el sistema de asociación simultánea en relación con los respectivos monocultivos, con excepción del frijol de crecimiento indeterminado trepador.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El maíz y el frijol son cultivos tradicionales cuyo producto forma parte de la dieta diaria del costarricense y de otros pueblos de latinoamerica.

En Costa Rica la mayoría de los costarricenses

*Extracto de la tesis presentada por el primer autor para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

**Ing. Agr. Programa de Leguminosas de Grano Comestible, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M.

***Ing. Agr. Escuela de Economía Agrícola, Facultad de Agronomía.

siembran estos cultivos como medio de subsistencia; así en el Valle Central se efectúa la "asociación de relevo" maíz frijol que consiste en sembrar el frijol después que el maíz ha llegado a la madurez fisiológica a fin de aprovechar la caña del maíz como tutor, por lo general antes de que la planta se doble y deshoje.

Existe un incremento constante del número de estudios sobre los policultivos debido a que minimizan los riesgos de producción que presentan los monocultivos (14, 15, 19), y son de gran interés para los pequeños agricultores, en especial los que tienen tierras en zonas no mecanizables (16, 19).

Sin embargo, el frijol y el maíz cuando están bajo asociación se ven por lo general afectados en sus rendimientos (1, 2, 4, 3, 5, 6, 7, 10, 16), situación que puede ser parcialmente solucionada por medio de la selección de aquellas asociaciones maíz-frijol que muestren menor reducción de sus producciones en relación con sus respectivos monocultivos, lo cual se puede lograr al combinar hábitos de crecimiento del frijol común con diferentes portes del maíz, según se concluye de los trabajos realizados por varios autores (8, 10 y 16).

Como los beneficios netos que se reportan en el sistema de asociación son mayores que en el de monocultivo (14, 11, 17), los resultados de este tipo de investigación pueden ser muy atractivos para los agricultores que siembran parcelas pequeñas no mecanizables y cuyo producto lo usan principalmente para consumo familiar.

El objetivo de esta investigación fue el de medir la productividad del maíz y el frijol en siembra simultánea, relacionándola con el rendimiento de sus respectivos monocultivos para determinar el "uso eficiente de la tierra".

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., de la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, a 840 m.s.n.m. y 10° latitud norte.

Se usaron dos cultivares de maíz (*Zea mays* L.); uno de porte alto (Tico H-4), y otro de porte bajo (Tico V-1), y dos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); México 29-N de crecimiento indeterminado trepador y el cultivar Pavamor de crecimiento arbustivo indeterminado.

El diseño usado fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones, en parcelas divididas, en el que las parce-

las grandes fueron dos distancias de siembra entre surcos de maíz (1 y 0,75 m) y las subparcelas la combinación de los dos cultivares de maíz con dos de frijol y sus respectivos monocultivos como testigo.

La parcela grande constó de 8 subparcelas, cada una de 5 m de largo por 3 m de ancho con una área total de 15 m² y una área afectiva para el análisis estadístico de 4 m².

El maíz se sembró a espeque y se dejó dos plantas por sitio cada 0,66 m y 0,50 m para las distancias de 0,75 m y 1 m entre surcos respectivamente, con el fin de mantener una población de 40.000 plantas/ha.

El frijol se sembró con azadón a ambos lados del maíz o de los tutores de bambú (Bambusa vulgaris L.), que tenían dos hileras de alambre galvanizado N°18 entre ellos, y se mantuvo en todas las parcelas una población de 220.000 plantas/ha.

La primera fertilización se adicionó al fondo de los surcos del frijol a razón de 469 kg/ha de la fórmula 12-24-12 y 45 días después se realizó una aplicación de 145 kg/ha de úrea (46% de N).

Se efectuó la práctica de doblar el maíz a los 120 días de sembrado por ser una recomendación indicada en esta zona y para estos cultivares*.

Se cosechó el frijol y el maíz a los 87 y 135 días después de la siembra, respectivamente.

Variables evaluadas en el frijol

1. Número de vainas por planta; en base a todas las plantas de la parcela útil, 2. Número de granos por vaina, provenientes de 25 vainas tomadas al azar de la parcela útil, 3. Rendimiento en grano al 12% de humedad, obtenido según fórmula.

$$P.F. = P_o. \left(\frac{100 - H_o}{88} \right)$$

Donde: P.F. = peso de las semillas, corregidas al 12% de humedad.

P_o. = peso de las semillas al momento de la cosecha

H_o. = porcentaje de humedad de las semillas al momento de la cosecha

88 = constante (100-12)

*Salas, F.C. Epocas de doblamiento del maíz. E.E.A.F.B.M. - U.C.R. 1978. Comunicación personal

El porcentaje de humedad de las semillas al momento de la cosecha se obtuvo mediante un determinador de humedad marca Steinlite modelo 90.

VARIABLES EVALUADAS EN MAÍZ

1. Altura de la planta, medida desde la base del tallo hasta el primer internudo antes de la espiga. 2- Altura de la mazorca, medida desde la base del tallo a la base de la primera mazorca principal, 3- Número promedio de mazorcas por planta.

Todas las variables anteriores, anotadas en base a 6 plantas de la parcela útil. Además se evaluó, en el maíz el rendimiento en grano al 12% de humedad, porcentaje de grano sano y porcentaje de desgrane, esta última variable medida en base al peso total del grano por el peso de las mazorcas.

A las variables, número de vainas por planta y número de granos por vaina en frijol y número promedio de mazorcas por planta en maíz, se le aplicó la transformación de $\sqrt{Y + 1/2}$ por seguir una distribución aproximada a la de Poisson y tener datos menores que 10.

Al porcentaje de grano sano en maíz se le aplicó la transformación del arcoseno \sqrt{Y} por seguir la distribución binomial.

Además se determinó el "uso eficiente de la tierra" (UET). Este índice se interpreta como el número de hectáreas de los dos monocultivos bajo estudio necesarias para igualar la producción de dichos cultivos en asociación (12), y se calcula por medio de la siguiente fórmula.

$$UET = \left(\sum_{i=1}^n \frac{Y_{is}}{Y_{im}} \right)$$

Donde: UET = Uso eficiente de la tierra
n = Número de cultivos en asociación
Y_{is} = Producción del cultivo bajo el sistema evaluado (asociación)
Y_{im} = Producción del cultivo bajo el sistema de referencia (monocultivo)

RESULTADOS Y DISCUSION

FRIJOL

Los análisis de variancia así como los resultados medios obtenidos para las variables evaluadas en frijol se muestran en los cuadros 1 y 2 del apéndice respectivamente.

Se obtuvo mayor producción cuando el frijol fue sembrado a 0,75 m entre surcos, lo que indica que esta distancia fue la más apropiada para la siembra en asociación si multánea debido a que el rendimiento del maíz no fue afectado por la distancia entre las hileras de siembra (cuadro 1).

Esta leguminosa sufrió reducción de grano al asociarse con el maíz (figura 1) siendo menos afectado el cultivar México 29-N, el cual a su vez mostró la mayor producción en monocultivo, lo que indica que el grado de reducción de la producción de grano del frijol dependió tanto de su hábito de crecimiento como del porte del maíz. Esto último porque el cultivar Pavamor a diferencia del México 29-N, sí tuvo una reducción significativa del rendimiento con el maíz de porte alto en relación con el maíz de porte bajo.

Así el frijol México 29-N al hacer uso del maíz como tutor pudo tener menos competencia por luz y su parte aérea permanecer más ventilada, lo que unido a su mayor potencial de producción denotó superioridad en este tipo de asociación en relación al hábito arbustivo indeterminado.

MAIZ

Los análisis de varianza así como los resultados medios obtenidos para las variables evaluadas en maíz se muestran en el cuadro 3 y 4 del apéndice respectivamente.

El Tico H-4 tuvo mayor producción que el Tico V-1 tanto en monocultivo como en asociación con México 29-N pero al combinarse estos dos maíces con el Pavamor sus rendimientos fueron similares y en esta condición el Tico V-1 mostró un aumento del rendimiento en grano en relación a su respectivo monocultivo lo que muestra un aparente efecto benéfico de la asociación para este maíz (figura 2).

La altura del cultivar Tico H-4 no fue afectado por la presencia del frijol, no sucedió lo mismo con el Tico V-1 el cual mostró una reducción de la misma en presencia del frijol arbustivo indeterminado.

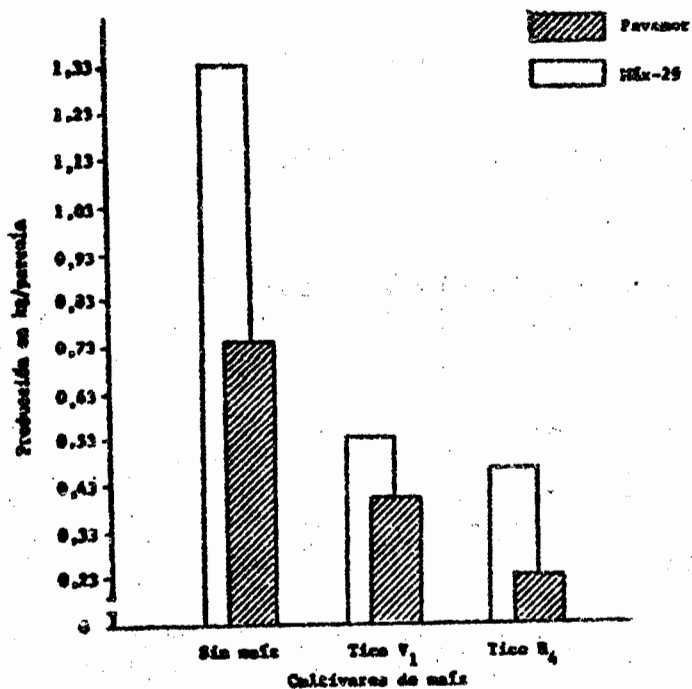


Fig. 1. Rendimiento de grano de dos cultivares de frijol asociados y sin asociar con dos de maíz.

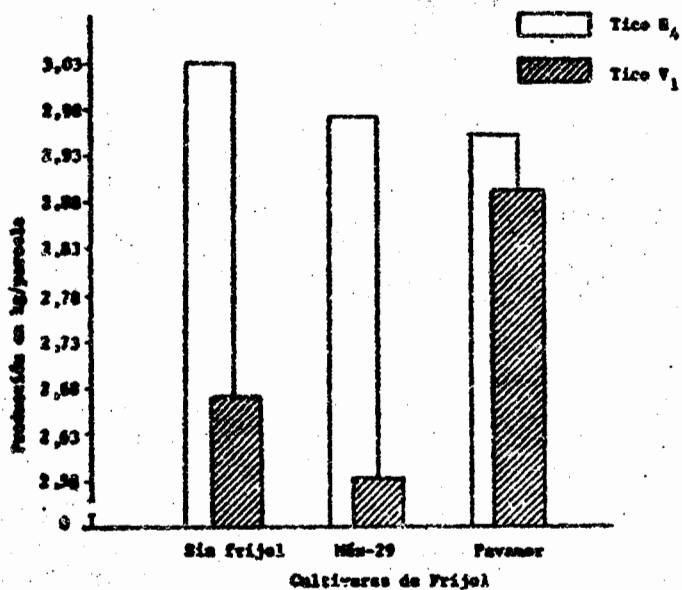


Fig. 2. Rendimiento de grano de dos cultivares de maíz asociados y sin asociar a dos de frijol.

El número y altura de las mazorcas por planta así como el porcentaje de grano sano en maíz no fue modificado por la asociación, solo se denotó una disminución del porcentaje de desgrane del Tico H-4 cuando se le asoció con el frijol voluble.

Uso eficiente de la Tierra

Los análisis de varianza así como los resultados medios obtenidos para el índice de uso eficiente de la Tierra (UET) se muestran en el cuadro 5, del apéndice. La asociación simultánea maíz-frijol, mostró un mayor UET que los monocultivos, con excepción del México 29-N. Como la producción de frijoles con tutores artificiales bajo las densidades de siembre recomendadas es de costo elevado, la siembra de frijol voluble sólo es practicada en las barba coas que quedan después de que termina la cosecha de cultivos como el tomate, pepino, etc. y principalmente para la obtención de vainicas, por lo cual los rendimientos de este otro sistema serían menores a los del monocultivo de México 39-N, como el del presente ensayo y no darían las ganancias que proporcionan el sistema de asociación simultánea.

La asociación que presentó el mayor UET fue la de Tico V-1 con Pavamor, ya que sus monocultivos necesitan una mayor cantidad de terreno para igualar una hectárea de asociación, lo que parece indicar que el uso de frijol arbusativo en monocultivo para pequeñas explotaciones no es aconsejable a menos que se le asocie a una planta como la de maíz, pero como también el monocultivo de frijol voluble es de elevado costo, la asociación es recomendable para los dos tipos de crecimiento de frijol y mejor aún se podría sembrar simultáneamente con el maíz el frijol voluble (trepador) y posteriormente sembrar el frijol arbusativo después de que el maíz ha llegado a madurez fisiológica.

CONCLUSIONES

1. En asociación simultánea el maíz produjo mayores rendimientos con el frijol México 29-N.
2. El frijol México 29-N, se adaptó bien, tanto con el maíz de porte alto como con el de porte bajo, sin que haya diferencia al asociarlo con uno y otro mientras el Pavamor se asoció mejor con el maíz de porte bajo.
3. El frijol sufrió una notoria reducción en sus rendimientos al asociarse con el maíz.

4. El mayor uso eficiente de la tierra lo proporcionó la asociación de Tico V-1 con Pavamor y la menor la de Tico H-4 con México 29-N.

LITERATURA CITADA

1. ACEVEDO, F.J. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) asociado con maíz (Zea mays L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, UCR-CATIE, 1975. 91 p.
2. ALVIM, R. y ALVIM, P. de T. Efeito de densidades de plantio no aproveitamento de energia luminosa pelo milho (Zea mays L.) e pelo feijão (Phaseolus vulgaris L.) em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba (Costa Rica) 19 (3): 383-393. 1969.
3. ANDRADE, M.A. de, RAMALHO, M.A.P. y ANDRADE, M.J.B. de Consorciación de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) com cultivares de milho (Zea mays L.) de porte diferente. Agrocienca, México. 4 (2): 23-30. 1974.
4. ANDRE, J. Drenaje superficial en un cultivo de maíz y frijol asociados por diferentes tamaños de camellones hechos a mano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, UCR-CATIE, 1976. 107 p.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). Informe Anual. Cali, Colombia, 286 p. 1974.
6. _____. Informe Anual. Cali, Colombia, 283 p. 1975.
7. _____. Sistemas de producción de frijol. Cali, Colombia, 91 p. 1976.
8. DAVIS, H.C. Mejoramiento de frijoles volubles para sistemas de siembra de asociación con maíz. XXIV. Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador, Vol. 1 p. L-3. 1978.
9. DAVIS, J. Relaciones de competencia entre frijol y maíz en sistemas de asociación y sus interferencias para el mejoramiento genético. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Seminarios Internos, Serie SE-6-81, 1978. p. 11
10. DESIR, S. Producción de maíz y frijol común asociados según hábito de crecimiento y población de plantas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, UCR-CATIE, 1975, 41 p.

11. GARCIA, C.M. Comparación preliminar de siembra en la asociación maíz-frijol XXII Reunión Anual del PCCMCA - San José, Costa Rica. Vol. 1, pp 1-17. 1976.
12. HILBRAND, P.C. y FRENCH, E.C. Un sistema salvadoreño de multicultivos; su potencial y sus problemas. IV Conferencia sobre sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Apéndice F₁. pp 1-26. 1974.
13. JALDIN, E. Efectos de tipo de planta y distribución de surcos sobre el rendimiento de la vainica (Phaseolus vulgaris L.) Asociado con maíz (Zea mays L.) Tesis Mag. Sc., Turrialba, UCR-CATIE, 1978. 90 pp.
14. LEPIZ, I.R. Asociación de cultivos maíz-frijol. Agricultura Técnica en México 3 (3): 98-101. 1971.
15. LEPIZ, I.R. La Asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis Ph. D. Chapingo, México, 1978.
16. MANCINI, M.S. y CASTILLO, M.A. Observaciones sobre ensayos preliminares del cultivo asociado de frijol enredadera y maíz. Agricultura Tropical, Colombia. 16 (3): 161-166. 1960.
17. MORENO, O.H. Las asociaciones de maíz y frijol un uso alternativo de la tierra. Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, 1972. 80 p.
18. PADILLA, A. Tipo de planta y distribución de surcos en la producción maíz frijol asociados. Tesis Mag. Sc. Turrialba, UCR-CATIE, 1976 - 68 p.
19. RAO, M. y WILLEY, R. Evaluation of yield stability in intercropping: studies on sorghum/pigeompea. Experimental Agricultural. 16: 105-116. 1980.
20. SANTA CECILIA, F.C. y VIEIRA, C. Associated Croopping of beans maize. I. Effects of bean cultivars with different growth habits. Turrialba 28: 19-28. 1978.
21. SORIA, J. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba, Costa Rica, 25. (3): 283-293. 1975.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las diferentes variables evaluadas en frijol.

Fuente de variación	G.L.	N° de vainas por planta	N° de granos por vaina	Rendimiento
Bloques	3	0,7123	0,0036	0,0205
Distancias	1	0,1693	0,0009	0,1023
Error (a)	3	0,2717	0,0050	0,0092
Tratamientos	7	7,1797**	4,8931**	1,5072**
Dist. x Trat.	7	0,0299	0,0022	0,0171
Error (b)	42	0,0199	0,0039	0,0215
TOTAL	63	-----	-----	-----

Cuadro 2. Prueba de Duncan al 5% para las variables en frijol. (1).

Tratamiento	N° de vainas por planta	N° de granos por vaina	Rendimiento
México 29-N	3,36 ^a	2,38 ^c	1,330 ^a
Pavamor	2,93 ^b	2,49 ^a	0,737 ^b
Tico V1 + México 29-N	2,42 ^c	2,29 ^d	0,528 ^c
Tico H4 + México 29-N	2,23 ^d	2,30 ^d	0,458 ^c
Tico H4 + Pavamor	2,22 ^d	2,41 ^{bc}	0,226 ^d
Tico V1 + Pavamor	2,12 ^d	2,46 ^{ab}	0,403 ^c

(1) Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente entre ellos.

CUADRO 3. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las diferentes variables evaluadas en maíz.

Fuente de variación	G.L.	ALTURA DE		Nº de ma zorcas	Rendimiento	Desgrane	Grano sano %
		Planta	Mazorca				
Bloques	3	0,0106	0,0093	0,0048	0,7733	0,7733	8,6867
Distancias	1	0,0474	0,0116	0,0003	0,6796	0,3900	0,2500
Error (a)	3	0,0156	0,0082	0,0082	0,1233	0,2700	0,2100
Tratamiento	7	8.0075**	2,3498**	0,6481**	14,1141**	11188,8300**	1076,6100**
Dist. x Trat.	7	0,0085	0,0038	0,0032	0,1784	0,6600	11,6943
Error (b)	42	0,0086	0,0027	0,0034	0,1217	1,8731	10,8698
TOTAL	63	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Significativo al 1% de probabilidad por la prueba de F.

CUADRO 4. Prueba de Duncan al 5% para las variables de maíz

Tratamientos	ALTURA DE		Nº de ma zorcas	Rendimiento	Desgrane	Grano sano %
	Planta	Mazorca				
Tico H-4	2,27 ^a 1	1,23 ^a	1,36 ^a	3.034 ^a	80,24 ^{bc}	80,03 ^{ab}
Tico H-4 + Pavamor	2,22 ^a	1,23 ^a	1,31 ^a	2.947 ^{ab}	80,39 ^{abc}	80,38 ^{ab}
Tico H-4 + México 29	2,28 ^a	1,26 ^a	1,34 ^a	2.965 ^a	79,68 ^c	81,60 ^a
Tico V-1	2,09 ^b	1,12 ^b	1,30 ^a	2.668 ^{ab}	81,05 ^{abc}	77,20 ^b
Tico V-1 + Pavamor	1,99 ^c	1,04 ^b	1,31 ^a	2.905 ^{ab}	81,44 ^{ab}	77,62 ^b
Tico V-1 + México 29	2,04 ^{bc}	1,07 ^b	1,30 ^a	2.582 ^b	81,86 ^a	78,53 ^{ab}

¹Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente entre ellos.

CUADRO 5. Uso eficiente de la tierra para las diferentes a sociaciones.

<u>Asociaciones</u>	<u>UET</u>
Tico V-1 + Pavamor	1,64
Tico V-1 + México 29-N	1,36
Tico H-4 + Pavamor	1,28
Tico H-4 + México 29-N	1,32