

## Nota Técnica

## EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DE FRIJOL EN POLICULTIVO CON MAÍZ SOBRE LA INCIDENCIA DEL VIRUS DEL MOSAICO DORADO 1/\*

Margaret Reeves \*

## ABSTRACT

**Effect of planting density of beans in polyculture with corn on Bean Golden Mosaic Virus incidence.** The incidence of common bean infection with the Bean Golden Mosaic Virus (BGMV) increased with decreasing planting density when beans were intercropped with corn. The relationship was linear and highly significant ( $P < 0,006$ ,  $r^2 = 0,50$ ). Grain yield also increased with decreasing planting density ( $P < 0,000$ ,  $r^2 = 0,48$ ). These results demonstrate the effect of planting density on the incidence of BGMV in bean. Grain yield was apparently not affected by viral presence under these particular conditions of growth in polyculture, with no chemical pest control. These results do not agree with the expected decrease in grain yield with increased incidence of viral infection, reported for beans in monoculture. This suggests the importance of determining the role of corn in influencing density-dependent incidence of BGMV in bean.

## INTRODUCCION

Varias especies de Homóptera son vectores de enfermedades en cultivos de importancia económica (Power, 1989). En investigaciones sobre el comportamiento de estas plagas se ha observado que la densidad de insectos por planta es inversamente proporcional a la densidad de siembra (Power, 1989). Al respecto Way y Heathcote (1966) informaron que el número de insectos por planta y por área del áfido (*Aphis fabae*) disminuyó al aumentar la densidad de siembra del frijol *Vicia faba*. Mays (1983) observó, a su vez, que la densidad poblacional del saltahoja *Empoasca fabae*, se incrementó al disminuir la densidad de siembra de la soya. Del mismo modo, la incidencia de enfermedades transmitidas por homópteros

varía con la densidad de siembra; así el número de plantas infectadas por el virus "leaf-roll" en frijol (Way y Heathcote, 1966) y la incidencia de achaparramiento transmitido por el saltahoja *Dalbulus maydis* en maíz (Power, 1989) fue inversamente proporcional a la densidad de siembra.

Una explicación al aumento de población observado cuando se disminuye la densidad de plantas en monocultivo, es que las plagas de homópteros son atraídas por la tierra libre de malezas y de plantas hospederas (Power, 1989; Schoonhoven *et al.*, 1981). En los policultivos la incidencia de plagas a menudo es menor que en los monocultivos debido al cambio en la densidad efectiva de la planta hospedera (Litsinger y Moody, 1976; Risch, 1981). En este caso el ataque de la planta es impedido porque el insecto es interceptado por la barrera de plantas no hospederas o porque ésta funciona como una trampa al ser preferida por el insecto.

Los cultivos intercalados (o policultivos) son muy comunes en Latinoamérica (Pinchinat *et al.*, 1976), especialmente entre pequeños agricultores

1/ Recibido para publicación el 8 de diciembre de 1989.  
\* Department of Biology, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109.

de recursos económicos muy escasos como para invertir en agroquímicos. Un policultivo frecuente es el de maíz y frijol, con el que se obtienen mejores rendimientos en comparación con sus respectivos monocultivos (Trenbath, 1976; Hiebsh y McCollum, 1987). Dada su significancia, es de gran importancia estudiar el efecto del policultivo en la incidencia de plagas y enfermedades.

La infección del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) con el virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) es un importante problema en América Latina. El VMDF es transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). La infección viral causa aborto prematuro de las flores, deformación de las vainas y semillas, y reducción en el peso del grano. Informes del suroeste de Guatemala indican disminuciones del rendimiento en un promedio de 90% si las plantas están afectadas antes de la floración (Morales, 1985). Los intentos de controlar el virus han tenido éxitos y fracasos. Gran parte del trabajo se ha enfocado en el mejoramiento genético de cultivares con tolerancia al virus, sin embargo, los frijoles rojos tienden a demostrar menos tolerancia al VMDF y presentan problemas de maduración tardía, semillas pequeñas, y color inestable (Morales, 1985). Hasta ahora, el método de combate más utilizado es disminuir la población de la mosca blanca aplicando plaguicidas a la siembra. A menudo el combate químico de estas plagas no es efectivo. Su uso en el control de *Aphis fabae* tuvo efectos mínimos en la reducción de la incidencia de enfermedades en *Vicia faba*, mientras que la densidad de siembra (>400.000 plantas/acre) en lotes no atomizados redujo las pérdidas en el rendimiento debidas a la infección viral (Heathcote y Way, 1966). Por razones económicas y biológicas otras alternativas al control químico (i.e. control cultural) están recibiendo más atención (Mayse, 1983).

El objetivo del presente trabajo es informar el efecto de la densidad de siembra del frijol en la infección del VMDF, en condiciones de cultivo intercalado con maíz. Los datos aquí presentados forman parte de una investigación más amplia sobre el rendimiento de maíz en monocultivo y policultivo.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó entre el 12 de abril y el 11 de julio de 1988 en la Estación

Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, Alajuela, a 843 msnm, en un suelo franco de la serie Baudrit. Se sembró maíz (var. Los Diamantes) y frijol común (var. Huetar) en un "diseño abanico" utilizando 8 distancias de siembra entre las plantas de maíz y las de frijol. Las distancias entre plantas fueron: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 cm. Cada hilera de maíz tenía 5 plantas, cada una rodeada por 4 plantas de frijol a la distancia asignada para la hilera (Figura 1). Se hicieron 3 réplicas del abanico.

La precipitación mensual de abril a junio fue de 82,8; 323,7; 241,4 y 147,8 mm, respectivamente. Las temperaturas promedios y la mínima/máxima por mes fueron las siguientes: 23,8°C (16,0/33,0°C), 22,8°C (16,5/31,5°C), 21,4°C (15,5/31,5°C), y 21,4°C (16,0/30,0°C). A la siembra todas las plantas recibieron 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40 kg/ha de K<sub>2</sub>O. La semilla de frijol se inoculó con una mezcla seleccionada de cepas de *Rhizobium phaseoli* preparada en el Laboratorio de Microbiología de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas. Para el control de *Spodoptera frugiperda* se aplicó aproximadamente 0,1-0,2 g del insecticida volaton (Phoxim) directamente al cogollo del maíz.

A los 2 meses de la siembra las plantas de frijol se describieron como: saludables, infectadas por el virus, infectadas por hongos, muertas o perdidas. El virus fue identificado visualmente como el VMDF (Morales, 1985). La cosecha de frijol se realizó entre el 20 de junio y el 11 de julio. Se tomó el peso fresco de todas las plantas y se secaron las semillas a 60°C hasta un peso constante.

## RESULTADOS

La Figura 2 muestra la relación entre la distancia de siembra y el rendimiento de grano de frijol. Solamente se incluyeron las plantas dentro de las hileras de maíz. El rendimiento de semilla por planta (Figura 2a) o por hilera (Figura 2b) aumentó en forma lineal en relación con la distancia de siembra. Los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) fueron altamente significativas a pesar de tener valores bajos (0,23 y 0,48). Por el contrario, el rendimiento de semilla por cm no fue afectado por la distancia de siembra (Figura 2c).

La Figura 3, muestra el efecto de la distancia entre frijol y maíz sobre el daño a la planta. Se evaluó el porcentaje de infección viral por

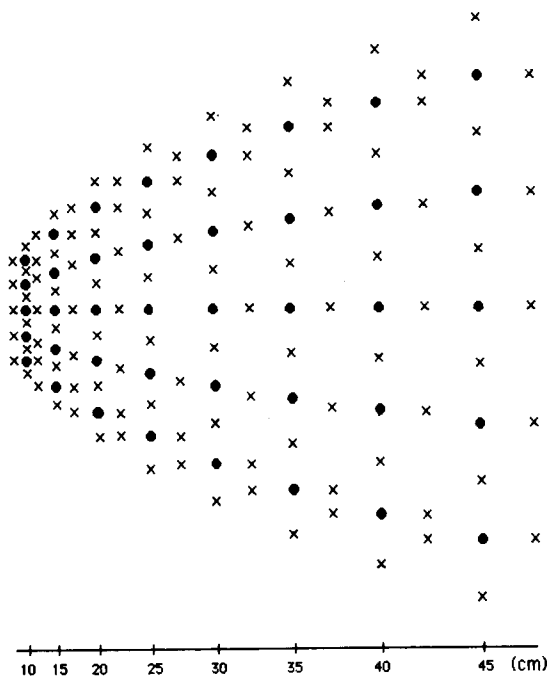


Fig. 1. Diseño de plantación en abanico. La escala muestra las distancias entre las plantas de maíz (•) y las de frijol (x).

hileras (Figura 3a), el porcentaje de infección causado por hongos y por virus (Figura 3c), y el porcentaje de plantas infectadas, muertas y perdidas (Figura 3c). Únicamente se analizaron las plantas situadas dentro de las hileras de maíz. En todos los casos el daño aumentó en forma lineal con la distancia de siembra.

En esa zona, las enfermedades fungosas son causadas principalmente por *Fusarium* spp. y por *Rhizoctonia* spp. En este estudio sólo se evaluó la infección por hongos sin identificar el género respectivo.

Si se eliminan de los análisis las últimas hileras (distancias de siembra 10 y 45 cm), los valores de  $r^2$  para las regresiones del efecto de distancia entre las plantas sobre el daño a la planta aumentaron, como se muestra en la Figura 4.

### DISCUSION

Con los policultivos convencionales en hileras, no se puede distinguir entre los efectos intraespecíficos e interespecíficos, ni la forma en

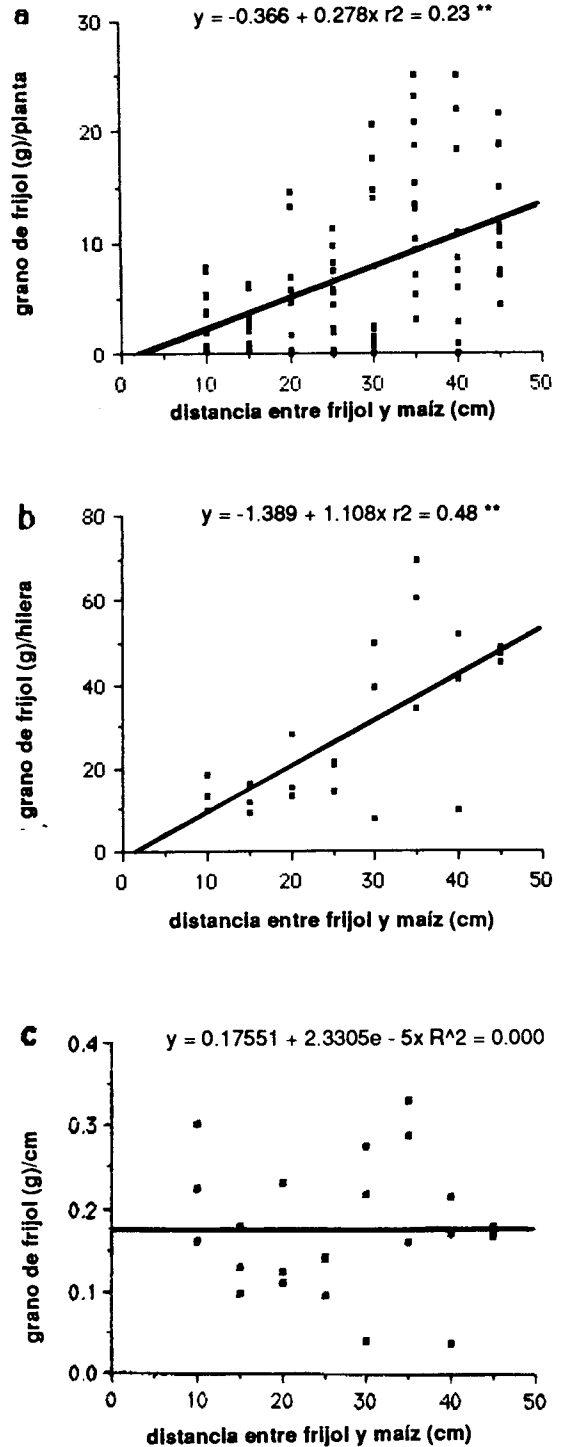
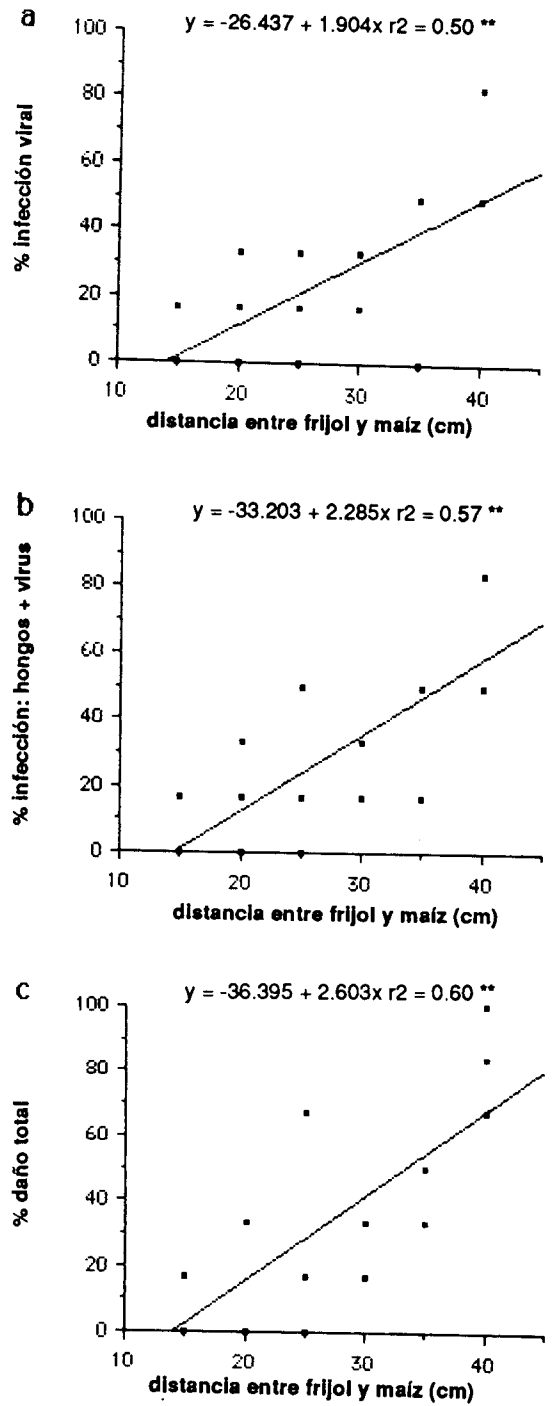
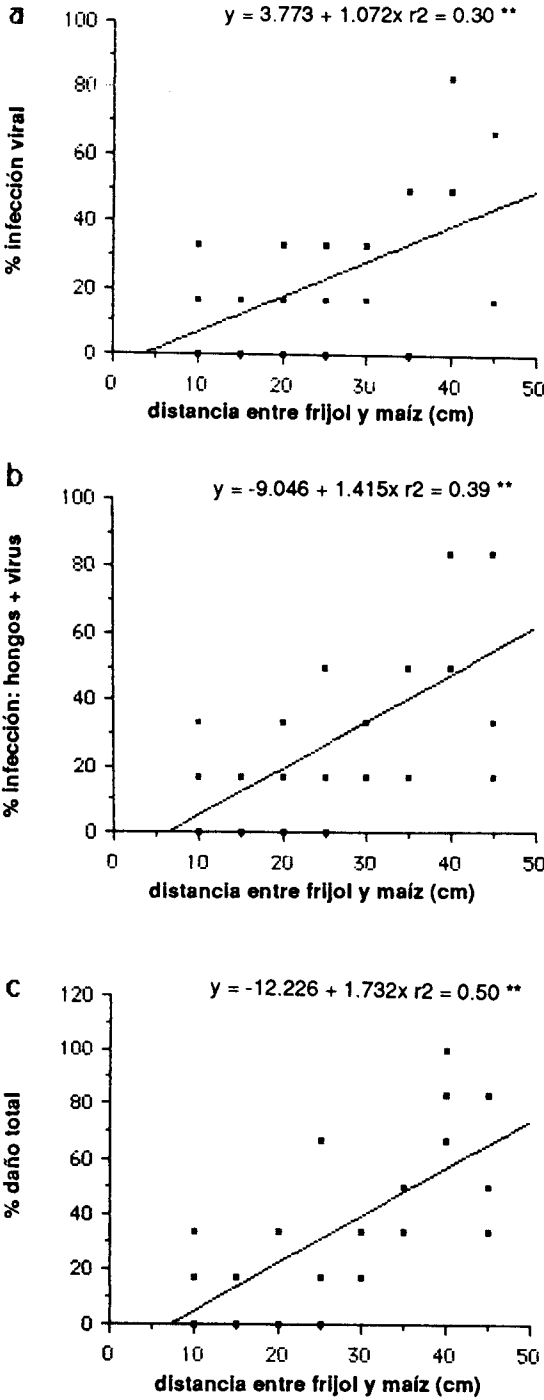


Fig. 2. Efecto de la distancia entre maíz y frijol sobre el rendimiento del grano de frijol por planta (a), por hilera (b), y por cm (c).



que tales efectos están influenciados por la densidad de siembra (distancia entre plantas y biomasa relativa de los 2 cultivos). Por esta razón, los métodos experimentales que se usan para medir los efectos competitivos incluyen diseños donde la respuesta del individuo "blanco" se mide como función del número biomasa y/o densidad de los vecinos. El enfoque de estos diseños es sobre la respuesta del individuo y no sobre un promedio poblacional (Goldberg, 1987; Pacala y Silander, 1985; Goldberg y Werner, 1983; Mack y Harper, 1977). Estos diseños hacen posible el medir efectos competitivos con respecto a la densidad de los vecinos, pero normalmente tienen sólo una o muy pocas distancias diferentes entre plantas y requieren áreas experimentales bastante grandes. El diseño "abanico" utilizado en este experimento fue establecido junto con un ensayo del tipo "blanco" descrito anteriormente, con el propósito de verificar su veracidad en la estimación de resultados.

La disminución en la incidencia de la infección viral observada al reducirse la distancia de siembra, sugiere que la presencia del maíz puede funcionar como un obstáculo contra el ataque de la mosca blanca al frijol. Así, un mayor número de las plantas de maíz por área puede funcionar como una barrera contra el movimiento de esta plaga. Sin embargo, sin la comparación apropiada con un monocultivo de frijol, no es posible distinguir si el efecto negativo del maíz sobre la plaga se debe a una mayor densidad de la planta no hospedera o a una menor área de terreno no cultivado expuesto.

No obstante, estos datos indican un efecto real de la densidad de siembra sobre la incidencia del VMDF en el frijol. El VMDF es un problema grave en Latinoamérica. El policultivo constituye una parte importante de la producción de frijol, y es realizado por pequeños agricultores con recursos limitados para poder efectuar el control químico de las plagas. Por esta razón, los resultados del presente estudio indican la necesidad de realizar investigaciones adicionales acerca de los mecanismos que explican la relación entre la densidad de siembra y la incidencia del VMDF en el frijol.

Aparentemente, el rendimiento no fue afectado por la presencia del virus bajo las condiciones particulares de siembra. Estos resultados no concuerdan con la disminución en el rendimiento del grano obtenido en monocultivo infectado con

el virus (Morales, 1985), lo que indica la importancia de entender la función del maíz en la respuesta del frijol al VMDF a diferentes densidades de siembra.

## RESUMEN

Se encontró un aumento en la incidencia de infección del frijol con el virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) al disminuir la densidad de siembra de éste, en cultivo intercalado con maíz. La relación fue lineal y muy significativa ( $P < 0,006$ ;  $r^2 = 0,50$ ). El rendimiento del grano también aumentó de manera inversa con la densidad de siembra ( $P < 0,000$ ,  $r^2 = 0,48$ ).

Se demuestra el efecto de la densidad de siembra en la incidencia del VMDF en frijol. Aparentemente el rendimiento del grano no fue afectado por la presencia del virus bajo las condiciones de crecimiento particulares de este policultivo, sin ningún control químico. Los resultados no concuerdan con la esperada disminución del rendimiento del grano al aumentar el nivel de infección viral, informado para frijoles en monocultivo. Este resultado indica la importancia de determinar la manera en que el maíz influye sobre la incidencia del virus del frijol dependiendo de la densidad de siembra.

## AGRADECIMIENTO

La autora quiere agradecer a sus compañeros del Laboratorio de Microbiología de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas de la UCR y al Lic. Braulio Vílchez A. por sus comentarios y ayuda con la redacción del artículo.

## LITERATURA CITADA

- GOLDBERG, D.E. 1987. Neighborhood competition in a old-field plant community. *Ecology* 68(5):1211-1223.
- GOLDBERG, D.E.; WERNER, P.A. 1983. Equivalence of competitors in plant communities: a null hypothesis and a field experimental approach. *Am. J. Bot.* 70(7):1098-1104.
- HIEBSH, C.K.; McCOLLUM, R.E. 1987. Area-X-time equivalency ratio: a method for evaluating the productivity of intercrops. *Agronomy Journal* 79:15-22.

- LISTSINGER, J.A.; MOODY, K. 1976. Integrated pest management in multiple cropping systems. *In* Multiple cropping. Ed. by R.I. Papendick, P.A. Sánchez y G.B. Triplett, G.B. Madison, WI., American Society of Agronomy. p. 293-316. (Special Publ. no. 27)
- MACK, R.N.; HARPER, J.L. 1977. Interference in dune annuals: spatial patterns and neighborhood effects. *Journal Ecology* 65:345-364.
- MAYS, M.A. 1983. Culture control in crop fields: a habit management technique. *Environ. Manag.* 7(1):15-22.
- MORALES, F. 1985. Enfermedades causadas por virus. *In* Frijol: investigación y producción. Ed. por M. López, F. Fernández y A. van Schoonhoven. Cali, Colombia, CIAT.
- PACALA, S.W.; SILANDER JUNIOR, J.A. 1985. Neighborhood models of plant population dynamics. I. Single-species models of annual. *Am. Nat.* 125(3):385-411.
- PINCHINAT, A.M.; SORIA, J.; BAZAN, R. 1976. Multiple cropping in tropical America. *In* Multiple cropping. Ed. by R.I. Papendick, P.A. Sánchez y G.B. Triplett, G.B. Madison, WI., American Society of Agronomy. p. 51-61. (Special Publ. no. 27)
- POWER, A.G. 1989. Influence of plant spacing and nitrogen fertilization in maize on *Dalbulus maydis* (Homoptera: Cicadellidae), vector of corn stunt. *Environ. Entomol.* 18(3):494-498.
- RISCH, S.J. 1981. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. *Ecology* 62(5):1325-1340.
- SCHOONHOVEN, A.V.; CARDONA, J. GARCIA; GARZON, F. 1981. Effect of weed cover on *Empoasca krameri* Ross and Moore populations and dry bean yields. *Environ. Entomol.* 10(6):901-907.
- TRENBATH, B.R. 1976. Plant interactions in mixed crop communities. *In* Multiple cropping. Ed. by R.I. Papendick, P.A. Sánchez y G.B. Triplett, G.B. Madison, WI., American Society of Agronomy. p. 129-169. (Special Publ. no. 27)
- WAY, M.J.; HEATHCOTE, G.D. 1966. Interactions of crop density of field beans, abundance of *Aphis fabae* Scop., virus incidence and aphid control by chemicals. *Ann. Appl. Biol.* 57:409-423.