

Evaluación y Validación del Sistema de Policultivo de Tomate y Frijol como Componente de un Programa de Manejo Integrado de Plagas de Tomate, en Nicaragua¹

P. Rosset*, I. Diaz**, R. Ambrose**, M. Cano***, G. Varrela***, A. Snook***

ABSTRACT

We report here the results of experiments designed to evaluate and validate the use of a tomato and bean polyculture as part of an Integrated Pest Management (IPM) program for tomatoes in Nicaragua. Polycultures and monocultures of both crops were grown in the Sébaco Valley Agricultural Experiment Station under irrigation during the dry season of 1982-1983 cropping cycle.

The polyculture overyielded significantly, with a Land Equivalent Ratio (LER) of 1.92 ($P < 0.03$). Beans as a companion crop did not affect the yield of tomatoes in the polyculture (Relative Yield, or RY = 0.97), while the intercrop bean yield was 75% of the monocultural production (RY = 0.75).

The polyculture greatly reduced the attack of three principle tomato pests, the *Heliothis* spp. ($P < 0.015$) and *Spodoptera* spp. ($P < 0.10$) complexes, and *Liriomyza sativa* ($P < 0.005$). A large scale validation experiment, conducted in 1984 in the Department of Managua, showed a similar pattern of strongly reduced attack by *Heliothis* spp. and *Spodoptera* spp. (> 90% reduction in damage).

Intercropping had no effect on tomato diseases.

An economic analysis showed that the polyculture was between 2.2 and 1.1 times more profitable than the tomato monoculture, depending on the wholesale market price of tomatoes.

Overall, the results of this evaluation and validation in terms of yields, pest management and profitability indicate that tomato and bean intercropping should be strongly considered as part of tomato IPM in the tropics.

COMPENDIO

El presente artículo muestra los resultados de la evaluación y validación del sistema de policultivo de tomate y frijol como componentes de un programa de Manejo Integrado de Plagas, en el cultivo del tomate, en la época seca en Nicaragua. Se obtuvo un Uso Equivalente de Tierra (UET) de 1.72, lo cual significa que el policultivo sobrerindió, dando un 72% más de producción por unidad de área que los monocultivos separados de tomate y frijol. La siembra de frijol asociado con tomate no afectó el rendimiento de éste, produciendo además un 75% de una producción normal de frijol (Rendimiento Relativo de 0.75). Resultados de ensayos hechos en Costa Rica indican que se pueden diseñar sistemas asociados de producción pares tomate y frijol que produzcan por área un rendimiento de tomate mayor que el que se obtiene en los monocultivos.

La asociación con frijol redujo el ataque de algunas plagas principales del tomate, tales como los complejos de *Heliothis* y *Spodoptera* y la mosca minador (*Liriomyza sativa*). El mismo efecto fue obtenido en lotes grandes de validación. No se observó ningún efecto significativo con respecto a las enfermedades. Este sistema debe ser considerado como un componente importante de un programa de Manejo Integrado de Plagas de tomate, reduciendo así las necesidades de insecticidas.

El policultivo resultó ser entre 119% y 9% más rentable que el monocultivo de tomate, dependiendo del precio del tomate. De lograrse mejorar el Rendimiento Relativo (RR) del tomate, como se hizo en Costa Rica, se aumentaría todavía más la ventaja en rentabilidad del policultivo sobre el monocultivo. Actualmente, se le considera como una medida de protección contra el ataque de las plagas y las fluctuaciones del mercado, constituyendo así una técnica importante en el manejo del cultivo de tomate.

¹ Recibido para publicación el 20 de julio de 1986

Los autores agradecen al Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA) de Nicaragua, al Ing. Julio Castillo, Director de la Dirección General de Técnicas Agropecuarias (DGTA-MIDINRA), al Ing. Eliseo Ubeda, Director de Producción, MIDINRA Región VI (Matagalpa/Jinotega), a los trabajadores y técnicos de la Estación Experimental Regional del Valle de Sébaco, a la Lic. Ligia Lacayo, Responsable de Investigación y Diagnóstico, Dirección de Sanidad Vegetal (MIDINRA) y a los miembros de la Cooperativa Agrícola Luciano Vilchez. Este trabajo fue financiado por la Organización de Estados Americanos y la Fundación Nacional de las Ciencias (NSF) de los Estados Unidos.

* Dirección de Sanidad Vegetal, DGA-MIDINRA, Managua, Nicaragua. (Dirección actual: Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE, Turrialba, Costa Rica)

** MIDINRA Región VI Matagalpa, Nicaragua

*** Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA) Managua, Nicaragua

INTRODUCCION

Los policultivos o cultivos asociados constituyen un tema frecuente en las investigaciones agroecológicas (8, 23, 24, 25). Muchos experimentos han demostrado que los policultivos producen un rendimiento por área mayor que los monocultivos separados. Algunos ejemplos de policultivos que han mostrado esta ventaja son: maíz y frijol (22); maíz, frijol y yuca (7); tomate y pepino (20); tomate y frijol (15); y muchas otras (10, 18, 30)

Uno de los enfoques de las investigaciones en policultivos es el efecto de la diversidad de plantas sobre la población de los insectos plaga. Las revisiones de

literatura citan muchos estudios básicos que muestran un decremento en el ataque de las plagas con el uso de un cultivo asociado (1, 6, 12, 14). Sin embargo, existen muy pocos ejemplos prácticos del uso de un policultivo como medida de control de las plagas

El propósito de la presente investigación es evaluar y comprobar el potencial que representa un cultivo asociado de frijol como componente de un programa de Manejo Integrado de Plagas del tomate en Nicaragua. El control químico de éstas se dificulta por el hecho de que dos de las principales plagas, el complejo de *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) y el complejo de *Spodoptera* spp. (Noctuidae), ya adquirieron una fuerte resistencia a los productos químicos de la zona algodonera (27). Una tercera plaga, *Liriomyza sativa* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), es ampliamente conocida como una plaga provocada por el uso excesivo de dichos productos (11). Debido a este antecedente, la búsqueda de alternativas, como lo es el policultivo, es muy importante.

El policultivo de tomate y frijol parece ser un sistema muy prometedor al considerar su alto rendimiento (15) y su capacidad de proteger el tomate de las plagas. Estudios previos han sugerido que la siembra de frijol, como cultivo asociado con tomate, puede disminuir el ataque del gusano *Manduca* spp (26), de los áfidos (15) y de *Spodoptera sunia* (17)

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente ensayo se condujo en la Estación Experimental del Valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua, en la época seca de 1982-1983. El campo experimental estuvo sembrado anteriormente con arroz; por esa razón, se encontraron poblaciones altas de la maleza denominada coyolillo (*Cyperus rotundus*). Un análisis del suelo realizado por el Laboratorio de Clasificación y Caracterización de Suelos, Departamento de Química Agrícola, DGTA-MIDINRA, generó la información que se presenta en el Cuadro 1.

Manejo del ensayo

Se sembraron por separado policultivos y monocultivos de las variedades UC-82, de tomate industrial y Revolución 79, de frijol rojo. En ambos cultivos, la siembra se realizó en forma directa, el 14 de enero de 1983, dejando 10 semillas de tomate cada vez y dos semillas de frijol. Se usaron camas de 1.2 m de ancho, con 0.4 m entre sí. Se suministraron 260 kg/ha (4 qq/mz) de fertilizante, de la fórmula comercial 12-30-10 a los surcos del tomate, al momento de la

Cuadro 1. Características del suelo en la Estación Experimental del Valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua (1982-1983).

Textura:	franco
Arena:	46%
Limo:	34%
Arcilla:	20%
pH:	pasta, 6.8; 1:2.5 H ₂ O, 6.8
CO:	0.99%
MO:	1.71%
N total:	0.11%
Al:	1.6 me/100 g
P:	27 µg/ml
Intercambiables, me/100 g:	Ca, 19.50; Mg, 6.84; Na, 0.31; K, 2.25; H, 5.
CIC Sum:	33.90; NH ₄ OAc: 30.5
Sat de Bases, Sum:	85%; NH ₄ OAc: 95%

siembra, y 130 kg/ha (2 qq/mz) de urea (46% N), cada vez, a los 38 y 62 días después de sembrar (DDS). No se suministró ningún fertilizante a los surcos de frijol. La limpieza de parcelas se condujo a mano a los 10, 19 (solamente al bloque 1), 39, y 67 (solamente el tomate) DDS. También, se ralearon las plantas de tomate dejando una planta cada vez. Se hizo un aporque del tomate a los 39 DDS. El frijol fue cosechado a los 80 DDS y el tomate a los 88 DDS (12 abril, 1983). El ensayo fue regado aproximadamente cada 8 días. A los 12 DDS, se aplicó Lannate (contra *Diabrotica*) y Benlate (contra *Phytophthora*). No se hizo ninguna otra aplicación de plaguicidas.

Diseño experimental

La parcela experimental consistió de 6 camas de 10 m de largo (9.6 x 10 m), dejando una cama o un metro muerto entre sí, como borde. El diseño experimental consistió de 5 bloques completamente al azar, con los siguientes tratamientos:

- 1) Monocultivo de tomate: 2 surcos centrales por cama, con 0.4 m entre sí, colocando los golpes a 0.25 m (50.000 golpes/ha).
- 2) Monocultivo de frijol: 2 surcos centrales con 0.4 m entre sí, y un surco más a 0.3 m, de cada lado, para un total de 4 surcos por cama, colocando los golpes a 0.10 m (250.000 golpes/ha).
- 3) Policultivo de tomate y frijol: 2 surcos centrales de tomate por cama, con 0.4 m entre sí (los golpes a 0.25 m; 50.000 golpes/ha) más 2 surcos de frijol a 0.3 m de cada lado (los golpes a 0.10 m; 125.000 golpes/ha).

Obtención de datos de campo

Al dejar un metro, en cada extremo como borde, se obtuvo el peso y número de frutos comerciales de tomate y el número de frutos rechazados en las cuatro camas centrales de cada parcela. En una muestra de 100 frutos cosechados por parcela se calculó el porcentaje rechazado por categoría de daño (Cuadro 5). Con respecto al frijol, se cosecharon las dos camas centrales de cada parcela, más las mitades interiores de las dos camas adyacentes.

Cada semana, se hizo un recuento de las plagas y enfermedades que atacaron al tomate. Con respecto a las plagas, se examinó un total de 20 plantas por parcela, 4 plantas por 5 estaciones fijadas al azar. En cada planta se recopilaron los siguientes datos:

1. Número de minas activas de la mosca minador (*Liriomyza sativa*) en la cuarta hoja compuesta de la planta.
2. Número de frutos dañados por los gusanos *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp. Aunque generalmente estos gusanos se encuentran fuera de la planta durante el día, fue posible identificar sus daños, de acuerdo a las fotografías y descripciones del "IPM Manual Group" (9).

Con respecto a las enfermedades, se contaron las plantas afectadas por *Fusarium* (la enfermedad más común), en las cuatro camas centrales de cada parcela y el número de plantas que sobrevivieron.

A los 53 DDS se escogieron 8 plantas de frijol al azar de cada parcela y se contó el número de nódulos.

Ensayo de validación

En enero de 1984, se estableció un contrato con los campesinos de la Cooperativa Agrícola Luciano Vilchez, ubicada en el km 13 de la Carretera Vieja a León, Departamento de Managua, para sembrar el policultivo, a escala comercial como validación de dicha técnica. Se transplantaron aproximadamente cuatro hectáreas de la variedad industrial Roma, dividida en dos lotes de dos hectáreas cada uno. En el primer lote, se transplantó el tomate en surcos a 1 m entre plantas y entre surcos. En el segundo lote, se alternaron surcos de tomate con surcos de frijol. Durante el ciclo de crecimiento, se revisaron las plantas anotando el número de plagas encontradas y el porcentaje de frutos dañados por los gusanos.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos absolutos y relativos que se obtuvieron y los UET's, o "Uso Equivalente de la Tierra" (18.22), por bloque y para todo el ensayo.

El análisis de varianza (ANDEVA) del rendimiento de tomate en monocultivo y policultivo no muestra ninguna diferencia significativa. El ANDEVA del rendimiento de frijol tampoco mostró ninguna diferencia.

Se evaluó la hipótesis nula de que el UET = 1, mediante una transformación de datos siguiendo la metodología de Schultz (19). En cada bloque, se calculó un Rendimiento Transformado del Monocultivo (RTM):

$$RTM = Tm + k (Fm),$$

Cuadro 2. Rendimientos (kg/ha) absolutos y relativos de los monocultivos y policultivos (Sébaco, 1983).

Bloque No.	Monocultivos/Policultivos						
	Rendimiento tomate	Rendimiento frijol ^b	Rendimiento tomate	Rendimiento frijol ^b	RR ^a tomate	RR ^a frijol	UET ^c
I	5 426	717	6 445	662	1.19	0.92	2.11
II	6 566	347	7 253	223	1.10	0.64	1.75
III	11 628	779	8 372	336	0.72	0.43	1.15
IV	10 022	594	12 430	728	1.24	1.22	2.46
V	11 633	1 080	7 077	567	0.61	0.53	1.14
media	9 055	703	8 315	503	0.97	0.75	1.72*
s ^d	2 897	268	2 403	216			

* El UET es significativamente mayor que 1 (P > 0.03)
 a RR = rendimiento relativo al del monocultivo
 b 15% humedad.
 c UET = el RR del tomate más el RR del frijol (18, 22).
 d s = desviación estándar

donde: T_m y F_m son los rendimientos del tomate y frijol, respectivamente, en monocultivo, y k es un constante, $k = T_m/F_m$ (T_m y F_m , en este caso, son las medias de todo el ensayo). También, se calculó para cada bloque el Rendimiento Transformado del Policultivo (RTP):

$$RTP = T_p + k (F_p),$$

donde: T_p y F_p son los rendimientos de tomate y frijol en policultivo y k es la misma constante. Con los valores calculados de esta manera, la prueba de la hipótesis nula,

$$RIP = RTM,$$

es equivalente a la prueba de la hipótesis nula de interés,

$$UET = 1.$$

Se puede usar cualquier prueba de muestras en pares (como ANDEVA con bloques, Prueba de Wilcoxin, etc.) para intentar rechazar esta hipótesis. En el presente caso, se usó la Prueba de los Signos (21). La hipótesis fue rechazada ($P < 0.03$). El UET resultó significativamente mayor que 1 y el policultivo sobrerindió al monocultivo.

En el Cuadro 3 se presentan los porcentajes de frutos de tomate rechazados por presentar síntomas de: tizón (*Phytophthora infestans*), bacteria (*Xanthomonas vesicatoria*), virus (no identificado) y daño de gusanos (*Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp). Ninguna de las diferencias entre policultivos y monocultivos fueron significativas, aunque hubo una tendencia hacia presencia de más virus en los monocultivos.

Las Figs. 1, 2 y 3 muestran la dinámica poblacional de las tres plagas del tomate que se presentaron a niveles analizables. *Liriomyza sativa*, el minador de la hoja, atacó temprano presentándose en números

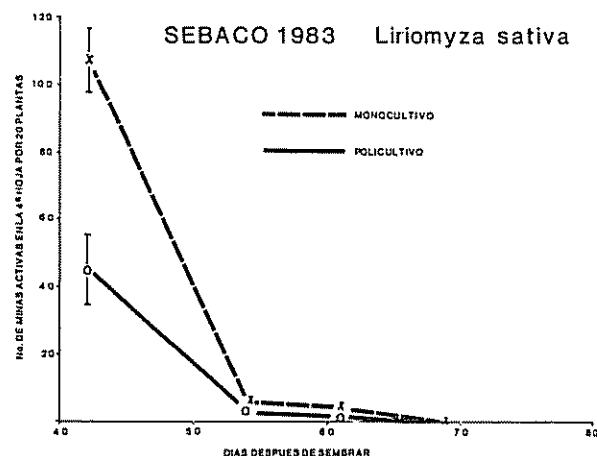


Fig. 1. Dinámica poblacional de *Liriomyza sativa* en tomate en monocultivo y policultivo de tomate y frijol (\pm error típico; $P < 0.005$, ANDEVA de medidas repetidas).

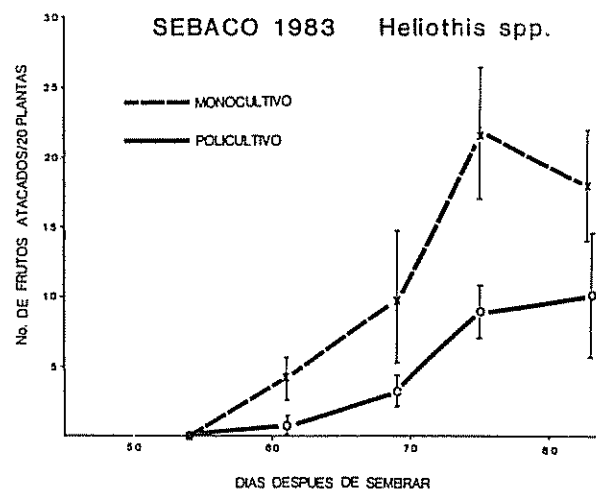


Fig. 2. Número de frutos de tomate dañados por gusanos del complejo de *Heliothis* spp. en monocultivo y policultivo de tomate y frijol (\pm error típico; $P < 0.015$, ANDEVA de medidas repetidas).

Cuadro 3. Frutos de tomate rechazados en la cosecha (%).

Bloque	Tizón P/M ^a	Bacteria P/M	Virus P/M	Gusano P/M	Total P/M
I	3 2/6.1	11 1/11.6	10.1/16.5	5.3/6.1	29 7/40.4
II	0 9/2.6	8 3/7.9	7.4/14.3	9.3/6.9	26.0/31.7
III	2 5/1.2	5 3/4.3	5 7/5.9	8.8/7.4	22.3/18.8
IV	1 1/2.6	5 1/7.5	3 4/6.1	7.1/7.9	16 8/24.2
V	1 2/0.9	3 9/3.8	4 8/3.8	7 9/7.0	17 9/15.5
Media	1.8/2.7ns	6.7/7.0 ns	6.3/9.3 ns	7.7/7.1 ns	22.5/26.1 ns

a Policultivo/monocultivo

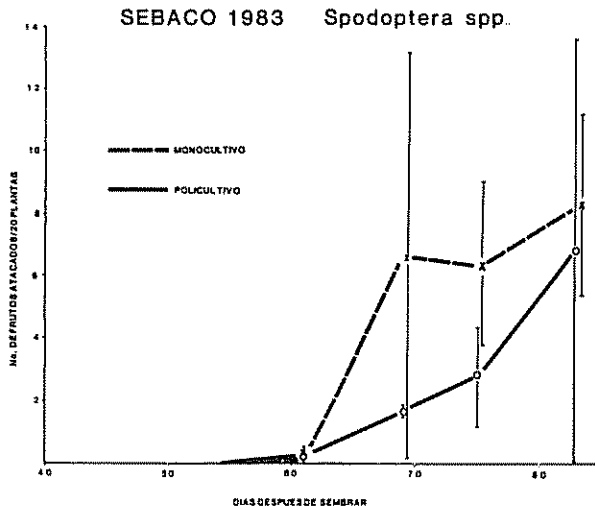


Fig 3. Número de frutos de tomate dañados por gusanos del complejo de *Spodoptera* spp en monocultivo y policultivo de tomate y frijol (\pm error típico; $0.05 > P < 0.10$, ANDEVA de medidas repetidas).

muchos mayores en los monocultivos que en los policultivos (Fig. 1; $P < 0.005$). El número de frutos dañados por el complejo *Heliothis* fue significativamente mayor en los monocultivos (Fig. 2, $P < 0.015$). Se observó el mismo patrón en el ataque del complejo de *Spodoptera* pero, ante la alta varianza, la diferencia no fue significativa (Fig. 3, $P < 0.10$).

Fusarium causó una alta mortalidad de plantas, tanto en los monocultivos como en los policultivos. En la Fig. 4 se presenta la epidemiología de dicha enfermedad. Aunque hubo una tendencia en la época tardía del ciclo hacia un ataque más fuerte en los monocultivos y en la época temprana, menos fuerte, las diferencias no fueron significativas.

La Fig. 5 muestra la sobrevivencia de plantas. Aunque no hubo diferencias significativas, la tendencia fue hacia una mayor mortalidad de plantas maduras en los monocultivos, y una mayor mortalidad de plantas inmaduras en los policultivos.

El Cuadro 4 presenta el número de nódulos por planta del frijol en las diferentes parcelas.

No hubo diferencia significativa entre tratamientos ni tampoco hubo correlación entre nodulación y rendimiento del frijol.

Ensayo de validación

En la Fig. 6 se presenta la dinámica de ataque de los gusanos *Heliothis* spp y *Spodoptera* spp. en los lotes grandes de monocultivo y policultivo. El daño de ambas plagas fue mucho mayor en el monocultivo que en el policultivo.

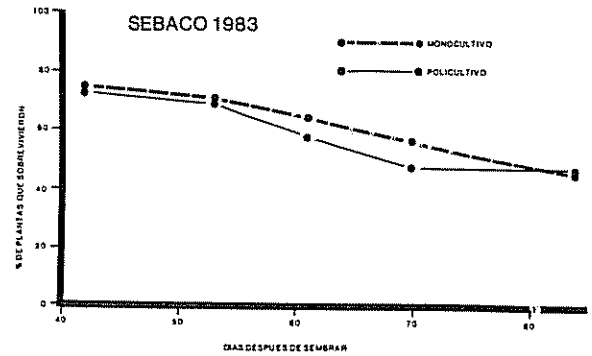


Fig. 4. Porcentaje de plantas de tomate con síntomas de *Fusarium* en monocultivo y policultivo de tomate y frijol

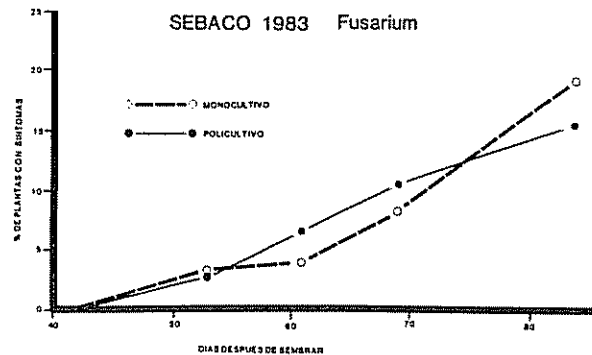


Fig 5. Porcentaje de plantas de tomate que sobrevivieron en monocultivo y policultivo de tomate y frijol.

Cuadro 4. Número promedio de nódulos por planta de frijol, a los 53 días después de sembrar.

Bloque Policultivo/Monocultivo		
I	3.88	6.63
II	10.13	5.75
III	5.88	9.63
IV	5.13	3.13
V	2.75	3.38
Media	5.55	5.70 n.s

No hubo diferencia significativa entre tratamientos ni tampoco hubo correlación entre nodulación y rendimiento del frijol.

DISCUSION

El UET de 1.72 significa que el policultivo produjo 72% más por unidad de área que los monocultivos separados considerando ambos: tomate y frijol. El hecho de que el Rendimiento Relativo de tomate no haya sido significativamente diferente de 1 (RR =

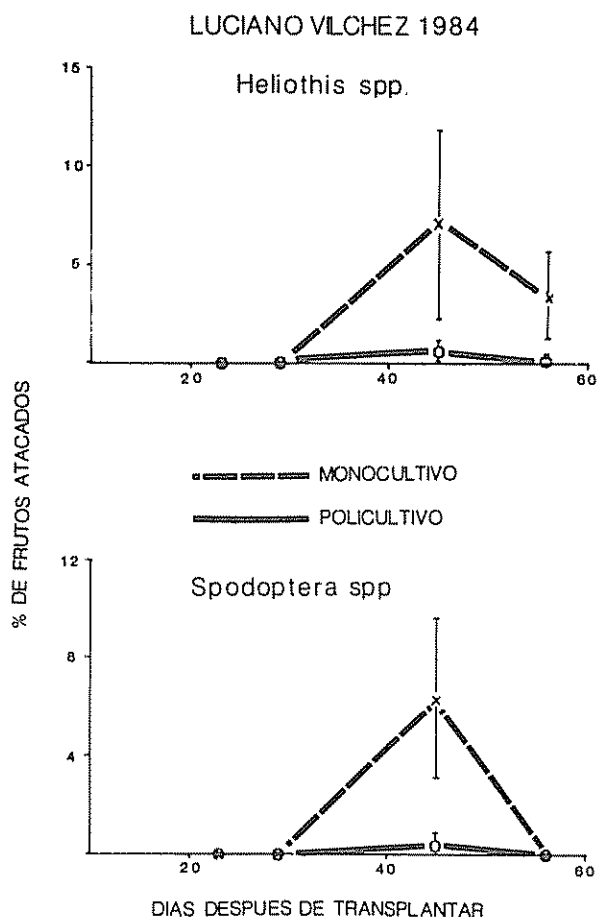


Fig. 6. Porcentaje de frutos de tomate dañados por los gusanos de los complejos de *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp. en lotes de validación de monocultivo y policultivo de tomate y frijol (\pm error típico).

0.97), indica que: a) se puede sembrar frijol en un cultivo del tomate sin afectar el rendimiento de dicho fruto; b) se puede lograr la cosecha del 75% (RR = 0.75 de frijol) en un rendimiento normal del frijol.

El RR de 0.97 de tomate no concuerda con los resultados obtenidos en Costa Rica (RR = 1.62) (15). Una posible explicación del bajo RR es que la tasa de nodulación, en el presente ensayo de los frijoles, fue más baja (Cuadro 5) que la de los ensayos en Costa Rica (observación personal). Si el frijol estuviera suministrando nitrógeno al tomate, se explicaría la diferencia (ej. 4, 18). En cualquier caso, los resultados de Costa Rica indican que hay posibilidad para mejorar el RR obtenido en los ensayos en Nicaragua. Sería interesante realizar un ensayo con diferentes niveles de nitrógeno, con y sin inoculación de *Rhizobium*, para tratar de aumentar el RR y para ver si el policultivo puede reducir la necesidad de urea en el tomate.

Cuadro 5. Valor Relativo de Producción (VRR) del policultivo de tomate y frijol.

VRR ^a	Precio del tomate (en córdobas/caja)				
	20*	30**	40	60****	80***
	2.19	1.44	1.26	1.14	1.09

- * Precio usado por el BND (2, p. 26).
- ** Precio usado por el BND (2, p. 28).
- *** Precio del tomate al Mercado Mayor, abril 1982 (CIERA y INEC).
- **** Promedio de los precios en abril de 1981 y 1982 (CIERA y INEC).
- a VRR = el valor monetario de la producción del policultivo dividido por el valor monetario de la producción del monocultivo de mayor rentabilidad (20).

También, es necesario indicar que los Rendimientos Relativos y Absolutos son el resultado de la suma de varias interacciones. Sin bien es cierto que la competencia entre el tomate y el frijol (por ejemplo, por agua, luz, nutrimentos, etc.), afecta negativamente al tomate (23), también es cierto que otras interacciones benéficas pueden cancelar este efecto. Esto se conoce como el "Principio de Modificación del Ambiente" (24). Aunque éste no fue cuantificado, se ha sugerido que los surcos del frijol protegen al tomate de los efectos evaporativos del viento (13). También, la sombra del frijol disminuye la temperatura del suelo, lo cual es importante para el tomate en los trópicos (28).

Con respecto a los efectos fitosanitarios, no hubo diferencia significativa de frutos rechazados en monocultivos y en policultivos, con la excepción de una tendencia no significativa hacia menos virus en el policultivo. Esto concuerda con los resultados de Costa Rica (15). Sin embargo, muchos frutos afectados cayeron antes de la cosecha y por lo tanto, no fueron incluidos en el análisis. En este sentido, el ataque menor de los gusanos de frutos *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp. (Figs 1 y 2), pudo haber contribuido significativamente a mejorar la producción de los policultivos ya que los frutos atacados generalmente se pudren y se caen. El policultivo también resultó ser un buen control de la mosca minadora *Liriomyza sativa* (Fig. 3), aunque la misma no muestra tener un efecto fuerte en el rendimiento de tomate (16). Con respecto a las plagas, el policultivo podría ser una valiosa técnica para incluirla en un programa de Control Integrado de Plagas.

Debido a que no hubo ninguna diferencia en las enfermedades bacteriales y fungales, el policultivo no cambiaría el manejo necesario para el control de las mismas.

Los rendimientos de tomate, tanto en monocultivo como en policultivo, fueron bajos: los 9.05 t/ha del monocultivo (Cuadro 2) son equivalentes a 560 cajas/mz; el Banco Nacional de Desarrollo (BND) basa sus estimaciones en un rendimiento de 800 cajas/mz de tomate tecnificado de secano (2). Una posible explicación para el bajo rendimiento es que no se aplicó ningún plaguicida durante la formación de frutos porque se quiso estudiar el efecto del policultivo sin interferencia alguna. Sin embargo, en el caso de que no se hubiese rechazado fruto alguno, solamente se incrementaría el rendimiento a 12-13 t/ha (cálculo basado en los datos del Cuadro 3). Otra explicación es el fuerte ataque de *Fusarium* (Fig. 4) y la alta mortalidad de plantas en todo el ensayo (Fig. 5). Una otra posibilidad es que el fertilizante suministrado y recomendado, fue 12-30-10 NPK, en tanto que el tomate, generalmente, utiliza más potasio que fósforo (29). Además, dado a que el Mg es antagonico al K (5, 29), y que la razón Mg/K fue 6.84/2.25 (Cuadro 1) es muy posible que el tomate no logró absorber suficiente potasio.

Análisis económico

Se estimaron los gastos de producción (pre-corte y cosecha) para el policultivo y el monocultivo de tomate con los insumos, labores y operaciones del campo, y los precios de los mismos del acuerdo con las cifras del BND (2, 3). Asumiendo un precio de frijol de 390 córdobas/qq* se calcularon los Valores Relativos de Producción, o VRR's (20) para diferentes precios del tomate (Cuadro 5)

El policultivo sobrerindió económicamente. Con un precio bajo del tomate (20 c\$/caja) el policultivo sería 119% más rentable que un monocultivo de tomate. El VRR cae de 2.19 a un precio de 20 c\$/caja hasta un 1.09 a un precio alto de 80 c\$/caja. Es improbable que el agricultor logre recibir un precio de 80 c\$/caja para toda su cosecha, debido a los problemas de transporte y a las mermas que éstos provocan. A ningún precio, el policultivo resulta menos rentable que el monocultivo. Siendo así, el policultivo podría ser una buena protección contra las fluctuaciones del mercado (o del rendimiento de tomate).

Ensayo de validación

El hecho de que se observó el mismo patrón en la disminución del ataque de las plagas del tomate con el frijol asociado, esto indica que tal efecto no es un artificio del uso de parcelas pequeñas en los ensayos experimentales. Los resultados también concuerdan

con los de otro ensayo de validación, en el cual el gusano *Spodoptera sunia* destruyó completamente los lotes de tomate en monocultivo, sin afectar al tomate en policultivo (17).

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el policultivo sería un componente valioso en un programa de Manejo Integrado de las Plagas del tomate, porque, el mismo reduce la vulnerabilidad del sistema al ataque de las plagas y a las fluctuaciones de demanda y oferta. Se debe recordar que los resultados obtenidos en Costa Rica (15) indican que hay lugar para mejorar los Rendimientos Relativos, lo cual aumentaría significativamente la rentabilidad del policultivo.

Literatura citada

1. ALTIERRI, M.A.; SCHOONHOVEN, A. van; DOLL, J. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. PANS 23(2):195-205
2. BANCO NACIONAL DE DESARROLLO. 1983 a. Presupuestos de financiamientos agrícolas. Crédito rural. Ciclo 1983/1984. Banco Nacional de Desarrollo, Managua, Nicaragua
3. BANCO NACIONAL DE DESARROLLO. 1983b. Presupuestos de financiamientos agrícolas. Crédito rural. Ciclo 1983/1984. Banco Nacional de Desarrollo, Managua, Nicaragua.
4. BOUCHER, D.H.; ESPINOZA, J.; AMADOR, M.F. Increasing mutualism through competition: nodulation in corn-legume polycultures. Dept. des Sciences Biologiques. Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. A., Montréal, Québec, Canada H3C 3P8.
5. COREY, R.B. 1973. Factors affecting the availability of nutrients to plants p. 23-33. In Soil testing and plant analysis, Ed. by Walsh, I.M. and Beaton. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin
6. CROMARTIE, W. 1981. The environmental control of insects using crop diversity. CRC Handbook on Pest Management, D. Pimental (ed)
7. HARI, R.D. 1974. An bean, corn and manioc polyculture system I. The effect of interspecific competition on crop yield. Turrialba 25:294-301.
8. HORWITZ, B. 1985. A role for intercropping in modern agriculture. Bioscience 35:286-291
9. IPM MANUAL GROUP. 1982. Integrated pest management for tomatoes. University of California Statewide IPM Project, Division of Agricultural Sciences. Publication No. 3274. 104 p.

* Precio mínimo garantizado al productor por la Empresa Nacional de Alimentos Básicos (ENABAS).

10. KASS, D C 1978 Polyculture cropping systems: review and analysis Cornell International Agriculture Bulletin 32:1-69
11. OAIMAN, E E ; KENNEDY, G G 1976 Methomyl induced outbreaks of *Liriomyza sativa* on tomato Journal of Entomology 69:667-668.
12. PERRIN, R M 1977 Pest management in multiple cropping systems Agroecosystems 3:93-118
13. RADKE, J K ; HAGSTROM, R I 1976 Strip intercropping for wind protection American Society of Agronomy Special Publication No. 27:201-222
14. RISCH, S J ; ANDOW, D ; ALIILRI, M A 1983 Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions Environmental Entomology 12(3):625-629
15. ROSSET, P M ; AMBROSE, R J ; POWER, A G ; HRUSKA, A 1984 Overyielding in a polyculture of tomatoes and beans in Costa Rica Tropical Agriculture (Trinidad) 61:208-212
16. ROSSET, P M ; POWER, A G 1983. Plagas del tomate: investigaciones de dinámica poblacional, el uso de insecticidas selectivos y la relación con rendimiento, en el Valle de Sébaco. MIDINRA Región VI y Sección de Control Biológico, Sanidad Vegetal, DGTA-MIDINRA, Managua, Nicaragua
17. ROSSET, P M ; VANDERMEER, J ; CANO, M ; VARRELA, G ; SNOOK, A ; HELLPAP, C 1985. El frijol como cultivo trampa para el control de *Spodoptera sunia* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) en plántulas de tomate Agronomía Costarricense 9(1):99-102
18. SANCHEZ, P A 1981. Suelos del Trópico IICA, San José, Costa Rica 634 p.
19. SCHULTZ, B A significance test for overyielding indicated by the land equivalent ratio (LER) School of Natural Sciences, Hampshire College, Amherse, MA, 01002, EEUU
20. SCHULTZ, B ; PHILLIPS, C ; ROSSET, P ; VANDERMEER, J 1982 An experiment in intercropping cucumbers and tomatoes in Southern Michigan, USA Scientia Horticulture 18:1-8
21. SIEGEL, S 1979 Estadística no paramétrica. Editorial Trillas, México 346 p
22. SORIA, J ; *et al* 1975. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba 25:283-293.
23. VANDERMEER, J 1981 The interference production principle: an ecological theory for agriculture Bioscience 31:361-364.
24. VANDERMEER, J 1984 The interpretation and design of intercrop systems involving environmental modification by one of the components: a theoretical framework. Biological Agriculture and Horticulture 2:135-156
25. VANDERMEER, J ; AMBROSE, R ; HANSEN, M ; McGUINNESS, H ; PERFECTO, I ; PHILLIPS, C ; ROSSET, P ; SCHULTZ, B 1984 An ecologically based approach to the design of intercrop agroecosystems: an intercropping system of soybeans and tomatoes in Southern Michigan. Ecological Modelling 25:121-150.
26. VANDERMEER, J ; DOS SANTOS, A ; HORWITH, B ; McGUINNESS, H ; PERFECTO, I ; SCHULTZ, B Altering plant apparency with intercropping: a test case with tobacco hornworm and a tomato/bean intercrop Division of Biological Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, MI, 48109, EEUU
27. VAUGHN, M A ; LEON, G 1976 Pesticide management on a major crop with severe resistance problems. Entomological Society of America, XV Annual Congress of Entomology: 812-815.
28. VILLAREAL, R 1982 Tomates IICA, San José, Costa Rica 184 p.
29. VON UEXHULL, H R 1979 Tomato: nutrition and fertilizer requirements in the tropics Proceedings of the 1st International Symposium on Tropical Tomato, 1978, at Shanshua, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan
30. WILLEY, R W 1979. Intercropping - its importance and research needs I y II Field Crop Abstracts 3:1-10, 73-83