

B. AÑEZ*
E. TAVIRA*

Summary

This two-part experiment was carried out during 1978-1979 at San Juan de Lagunillas, Mérida, Venezuela on a typical Cambortid sandy-clay-loam soil. A split-block factorial arrangement of treatments in a randomized complete block design was used, with four replications.

*In the first part, an intercropping experiment is described, using eight special arrangements of black beans (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Criolla de San Juan) and corn (*Zea mays* L. cv. Santa Rosa): pure stands and combinations of 125 000 and 250 000 plants/ha of beans, and 25 000 and 50 000 plants/ha of corn. Also, four different levels of N were applied: 0, 40, 90, and 140 kg/ha.*

In the second part, single plant densities of 50 000 plants/ha for maize and 125 000 plants/ha for black beans were used. In a comparison of planting times, both crops were sowed simultaneously, as well as each one seven, 14 and 21 days after the other. In each treatment, 140 kg N + 40 kg P₂O₅ + 90 kg K₂O/ha were applied. Best results were obtained with simultaneous sowing of 50 000 and 125 000 plants/ha of maize and beans respectively, with 40 cm between rows of maize and beans. Intra-row spacing of maize and bean plants was 50 cm and 20 cm respectively, with the fertilizers applied as indicated above in the second part.

Introducción

La siembra de cultivos mezclados o asociados significa cultivar dos o más especies simultáneamente en el mismo pedazo de tierra. Es un sistema de explotación muy popular entre los pequeños productores de ambientes tropicales y subtropicales y últimamente ha ido ganando adeptos en áreas más desarrolladas, donde la alta población humana y la escasez casi absoluta de tierras para la agricultura los ha hecho más atractivos económicamente (1, 7)

En contraste con las prácticas tradicionales, los nuevos desarrollos, tanto con respecto a las variedades como con la producción de tecnología agrícola, han abierto la posibilidad de aumentar la producción de ambos componentes de la asociación; de manera que

se puede producir una bonificación de rendimiento del cultivo acompañante, sin disminuir el rendimiento del cultivo principal (4)

Fisher (8, 9, 10), de sus experimentos en Kenia con maíz, frijol y papa, concluye que las mezclas de cultivos son más eficientes donde los niveles de rendimientos de los cultivos solos, son bajos, pero que hay pequeñas diferencias entre sistemas de cultivos, donde esos niveles son altos. No obstante, al incluir todas las pruebas, se apreció una mayor productividad de las mezclas que de los cultivos puros

Parece razonable que un mejor entendimiento de cómo los componentes de la asociación hacen uso de los recursos, ayudaría a posteriores aumentos de rendimiento. Por ejemplo, si una combinación dada de cultivos intercalados muestra mejores rendimientos debido a que los sistemas radiculares combinados, hacen mejor uso del agua del suelo, parece probable que tal mezcla podría ser ventajosa cuando el agua esté bajo suplencia limitada, pero no cuando hay libre disponibilidad de ella (20).

¹ Recibido para publicación el 28 de mayo de 1985

* Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), Fac. de Cs Forestales, ULA, Apdo 220, Mérida, Cod Postal 5101 Venezuela

Los sistemas de cultivos múltiples, como vía para aumentar la productividad agrícola son de interés tanto científico como práctico. El averiguar cómo se logran los incrementos y el diseñar metodologías con cuya aplicación sea posible explotar al máximo tales sistemas, es tarea de la investigación y de la aplicación de sus resultados a los centros de producción. En ese sentido, los Estados Unidos de Norteamérica no han escapado a ese razonamiento y se está realizando una nutrida investigación (5, 6, 14), la cual permitirá adoptar prácticas, que, bajo sus condiciones y sus propios sistemas de explotación, ayudarán a mejorar aún más su agricultura.

La permanente presión poblacional sobre las tierras agrícolas en los trópicos americanos, ha obligado a desarrollar estrategias dirigidas hacia el aumento de la productividad por unidad de área y nos explica el por qué en Colombia, el 90% del frijol se cultiva en asociación con maíz, con papa y con otras especies, mientras que en Guatemala, el 73% de la producción de frijol, proviene de la explotación en asociación mayormente con maíz. El 80% de la producción de frijol en Brasil, es cultivada con otras especies principalmente con maíz. Se estima que en la América Latina tropical, el 60% del maíz de explotación asociado con otros cultivos (13).

Las asociaciones de maíz-frijol, usadas en pequeñas fincas de Latinoamérica, proveen una fuente de ingresos y una dieta balanceada para las familias campesinas. Aunque escasa tecnología ha llegado a ese sector, las nuevas investigaciones (7, 12), revelan un potencial impresionante para mejorar los rendimientos de esas asociaciones (11).

En Venezuela, continuamente se viene presentando escasez de maíz y de frijol (19); a pesar de que ambas especies pueden producirse en la estación seca, aprovechando los pequeños sistemas de riego existentes (15).

La presencia en Los Andes venezolanos de pequeñas explotaciones de cultivos múltiples, especialmente de maíz y frijol, aumenta constantemente. La limitada investigación sistemática emprendida hasta el presente para mejorar o desarrollar sistemas de producción agrícola, ajustados a las condiciones ecológicas, sociales y económicas de Venezuela y los pocos intentos que se han hecho para evaluar las ventajas de las asociaciones de cultivos bajo las condiciones andinas, motivaron a realizar el presente estudio, cuyos objetivos fueron:

1. Determinar el comportamiento del frijol, como cultivo base, sometido a diferentes presiones poblacionales de maíz.

2. Conocer el papel que desempeña la fertilización nitrogenada en el comportamiento del maíz y del frijol asociados.
3. Determinar el momento de siembra del frijol y del maíz, para la obtención de los mejores resultados de la asociación.

Materiales y métodos

El trabajo de campo consistió de dos ensayos realizados en la Estación Experimental del IAP-ULA, en San Juan de Lagunillas, Edo. Mérida (08° 31'N, 71° 21'W), altitud 1104 msnm, precipitación promedio de 528 mm anuales y una temperatura media anual de 22°C. La zona descrita por Ochoa y Malagón (16), con clima: BS wh, perteneciente a la zona de vida: Bosque seco premontano, subtropical. Vegetación: Hortícola bajo riego y selva estacional montaña. Suelo: Cambortid típico, franco fino, micaceo, isohiper-térmico.

Se tomaron muestras compuestas de suelo (0-20 cm), una para cada sitio de siembra, cuyo análisis dio los valores siguientes:

Año	Sitio	Clase textural	pH 1:2	C.O %	N Total %	C/N	P. Olsen ppm	K. aprov. me/100 g	Mg. aprov. me/100 g
1978	1	FAa	7.35	1.28	0.129	9.9	9	0.33	1.64
1979	2	FAa	7.35	1.20	0.123	9.8	10	0.26	1.56

En ambos ensayos se usaron las mismas variedades. Del frijol: criollo de San Juan, variedad de crecimiento determinado tipo arbolito, con una altura promedio a la floración de 42 cm. De maíz: Compuesto Santa Rosa, de porte alto, integrado por las siguientes fuentes de germoplasma: H-28E de México, H-6999 de Brasil, V. Eto Blanco y Eto Amarillo de Colombia y V-Chiquito de Venezuela. La preparación del suelo se hizo con tractor mediante dos pases de rastra de discos; las parcelas se emparejaron y se terminaron de acondicionar con escardilla. La siembra y la aplicación de fertilizantes se hicieron a mano. Las fuentes de fertilizantes fueron: nitrógeno de la úrea con 46% de N, fósforo del superfosfato triple con 46% de P₂O₅ y potasio del cloruro de potasio con 60% de K₂O.

Ensayo 1. Producción de la asociación maíz-frijol, según población y fertilización nitrogenada usadas.

Se utilizó como diseño experimental el de bloques al azar, arreglado en parcelas divididas, con cuatro repeticiones y los tratamientos siguientes:

Para las parcelas:

- A 0 kg/ha de nitrógeno
- B. 40 kg/ha de nitrógeno
- C. 90 kg/ha de nitrógeno
- D. 140 kg/ha de nitrógeno

1. Frijol solo, 125 000 plantas/ha, 40 cm entre hileras x 20 cm entre plantas con 1 grano/golpe.
2. Frijol solo, 250 000 plantas/ha, 40 cm entre hileras x 20 cm entre plantas con 2 granos/golpe.
3. Frijol como el No. 1 + maíz, 25 000 plantas/ha, 40 cm x 100 cm.
4. Frijol como el No. 1 + maíz, 50 000 plantas/ha, 40 cm x 50 cm.

Para las subparcelas: (Fig 1)

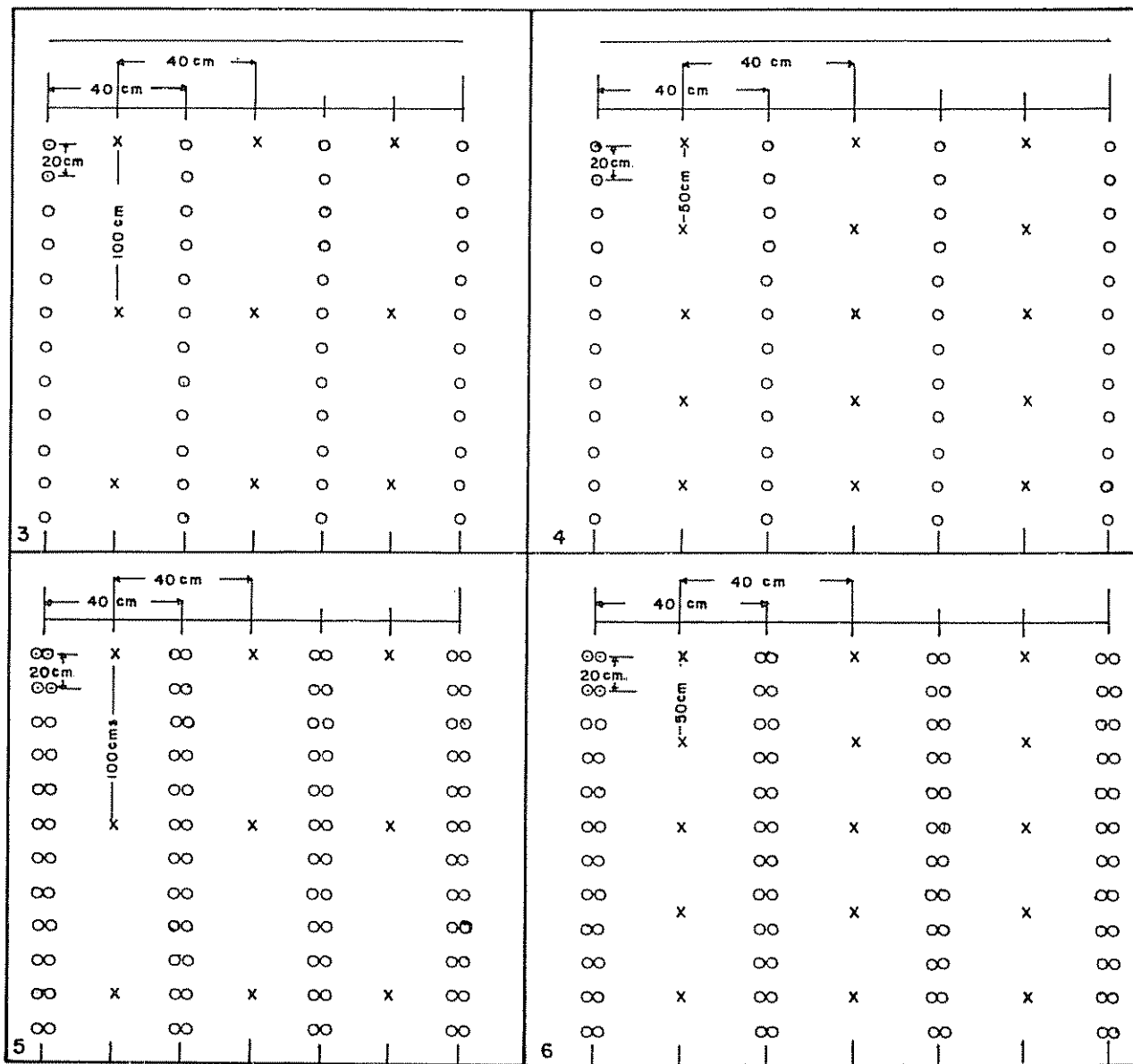


Fig. 1. Disposición en campo de los sistemas de siembra de la asociación maíz-frijol. (m-c)

o - frijol x - maíz

3. c. 125 000 plantas/ha + m 25 000 plantas/ha
4. c. 125 000 plantas/ha + m 50 000 plantas/ha
5. c. 250 000 plantas/ha + m 25 000 plantas/ha
6. c. 250 000 plantas/ha + m 50 000 plantas/ha

5. Frijol como el No. 2 + maíz, como el No. 3
6. Frijol como el No. 2 + maíz, como el No. 4
7. Maíz solo, 25 000 plantas/ha, 40 cm entre hileras y 100 cm entre plantas.
8. Maíz solo, 50 000 plantas/ha, 40 cm entre hileras y 50 cm entre plantas.

Todas las parcelas fueron fertilizadas con 40 kg de P_2O_5 + 90 kg de K_2O por hectárea

Se sembraron tres granos del frijol y dos de maíz por golpe y se raleó posteriormente, de acuerdo con la población programada para cada subparcela

Fechas de siembra:

Frijol: 13-04-78

Maíz: 09-05-78

Largo de las hileras en las parcelas: 24 m

Largo de hileras en las subparcelas: 3 m

Número de hileras por parcela:

Frijol: 5

Maíz: 3

Fechas de cosecha:

Frijol: 27-06-78

Maíz: 28-09-78

Se tomaron los datos de rendimiento en grano para frijol y maíz al 12% y 14% de humedad, respectivamente.

Para calcular los rendimientos de grano se fijó la parcela útil en 3.2 m²; cuatro hileras de frijol con tres de maíz intercaladas y de dos metros de largo c/u (1.6 m x 2.0 m).

Se hizo análisis de varianza de los rendimientos, de la producción total de alimentos (PTA) y del radio de tierra equivalente (RTE) x 100.

La PTA fue calculada sumando los rendimientos de cada cultivo en cada una de las parcelas útiles del ensayo

$$RTE = \frac{\text{Rend. cult. 1 Asociación}}{\text{Rend. cult. 1 solo}} + \frac{\text{Rend. cult. 2 Asociación}}{\text{Rend. cult. 2 solo}}$$

Ensayo 2. Asociación maíz-frijol, su efecto en los cultivos de acuerdo con la época de siembra de cada uno

El diseño de experimentos usado fue: bloques al azar con cuatro replicaciones y los tratamientos siguientes:

1. Frijol solo
2. Siembra simultánea de frijol y maíz
3. Maíz siete días después del frijol
4. Maíz 14 días después del frijol
5. Maíz 21 días después del frijol
6. Maíz solo
7. Frijol siete días después del maíz
8. Frijol 14 días después del maíz
9. Frijol 21 días después del maíz

Todas las parcelas llevaron una población única de frijol y de maíz consistentes en 125 000 plantas/ha, de frijol y 50 000 plantas/ha, de maíz e igual fertilización; 140 kg de N + 40 kg de P_2O_5 + 90 kg de K_2O /ha. Las que dieron mejores resultados en el Ensayo I

Las siembras se iniciaron el 07-05-79.

Largo de las hileras: tres metros

Número de hileras por parcela:

Frijol: 7

Maíz: 6

Fechas de cosecha:

Frijol: 23-07-79, en un área de 3.2 m² por tratamiento.

Maíz: 07-09-79, sobre un área de 3.2 m² por tratamiento.

Se tomaron los datos siguientes:

Frijol: Número de vainas/planta, número de granos/vaina, peso de 100 granos y rendimiento en grano al 14, 21% de humedad

Maíz: Rendimiento en grano al 19% de humedad. Se hizo un análisis de varianza de los datos recabados, de la producción total de alimentos y del radio de tierra equivalente. Para analizar el No de v/p y g/v; a sus valores originales se les extrajo la raíz cuadrada \sqrt{y} ; para evitar que sigan la distribución de Poisson, para la cual la media y la varianza tienden a ser iguales (18).

En los dos ensayos se usó riego por aspersión para complementar los requerimientos hídricos de los cultivos; además, se mantuvieron libres de malezas y se le hicieron fumigaciones periódicas de fungicidas y aplicaciones de insecticidas cuando se observó la presencia de algún insecto plaga.

Resultados y discusión

Ensayo 1. Frijol. El rendimiento en grano del frijol, como cultivo base sembrada a dos poblaciones de plantas sola y asociada con maíz, no fue influido significativamente por el aumento de su propia población, ni por la interferencia ejercida por la presión de las dos poblaciones de maíz usadas, ni por las dosis de nitrógeno aplicadas. La interacción (Dosis de N x poblaciones), tampoco mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1 y 2)

Maíz. El análisis de varianza de los rendimientos en grano de maíz cultivado solo y asociado con frijol, mostró diferencias significativas entre las dosis de nitrógeno usadas entre las diferentes poblaciones de

plantas utilizadas y con la interacción; dosis de N x poblaciones. Al resultar significativa la interacción lo más recomendable es mostrar las variaciones de rendimientos de maíz ocurridas en cada una de las dosis de fertilizante nitrogenado aplicadas (Cuadro 3)

Asociación. La cantidad total de alimentos produjo respuestas significativas a las dosis de nitrógeno aplicadas, a las poblaciones de plantas usadas y a la interacción de ellas. El Cuadro 4, muestra las variaciones producidas por la interacción dosis de N x poblaciones usadas.

El análisis de varianza del radio de tierra equivalente (RTE x 100), no mostró diferencias significativas a las diferentes dosis de nitrógeno aplicadas; pero sí,

Cuadro 1. Rendimientos medios del frijol (F), a diferentes presiones poblacionales en su asociación con maíz (M).

Tratamientos miles planta/ha		F. 125	F. 250	F. 125 +	F. 125 +	F. 250 +	F. 250 +
				M. 25	M. 50	M. 25	M. 50
Rend.	kg/3 2 m ²	0.74	0.74	0.73	0.64	0.80	0.71
	kg/ha	2.372	2.372	2.340	2.051	2.564	2.276

Cuadro 2. Rendimientos medios del frijol asociado con maíz, con la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno.

Tratamientos kg de N/ha		0	40	90	140
		Rend.	kg/3 20 m ²	0.81	0.79
	kg/ha	2.596	2.532	2.083	2.147

Cuadro 3. Rendimientos medios de maíz en kg/ha, solo y asociado con frijol.

Dosis de N kg/ha	Poblaciones en miles de plantas/ha					
	M. 25 + F. 125	M. 50 + F. 125	M. 25 + F. 250	M. 50 + F. 250	M. 25	M. 50
	0	1.111 dc	2.526 b	1.042 e	1.693 cd	2.174 bc
40	642 c	1.641 b	1.341 b	1.771 b	1.406 b	2.682 a
90	1.081 c	2.556 a	764 c	1.797 b	1.120 c	2.839 a
140	1.997 cd	4.792 a	1.146 c	2.326 bc	1.497 de	2.630 b

Las medias en las hileras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de acuerdo con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan

ante las poblaciones de plantas usadas y la interacción; dosis de N x poblaciones. Esta última se muestra en el Cuadro 5.

En el Cuadro 5, todas las comparaciones de RTE x 100, provienen de tratamientos sometidos a iguales condiciones de población y fertilidad. Se nota que los valores RTE x 100; son muy altos, esto se debió a que los rendimientos del frijol no fueron reducidos significativamente por la interferencia de las plantas de maíz a las poblaciones usadas y también, a que los rendimientos del maíz cultivado solo, fueron generalmente bajos especialmente en las poblaciones de 25 000 plantas/ha. concordando con lo señalado por Fisher (10). Por otra parte, no debemos olvidar, que nuestra hipótesis de trabajo fue que el frijol, como cultivo base a sus poblaciones normales en la zona, podía soportar en su área de siembra la

presión poblacional de un regular número de plantas de maíz, sin bajar significativamente sus rendimientos al compararlos con aquellos alcanzados como cultivo solo bajo las mismas condiciones; por tal razón, las poblaciones de maíz usadas fueron relativamente bajas.

Este ensayo permitió evaluar el comportamiento de los cultivos estudiados, tanto solos como asociados, a dos poblaciones de plantas cada uno y a cuatro diferentes dosis de fertilización nitrogenada aplicadas.

El frijol solo no mostró variaciones significativas en sus rendimientos en grano cuando su propia población aumentó de 125 000 a 250 000 plantas/ha. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Añez y Távira (3), en trabajos previos en la misma zona del estudio. La fertilización nitrogenada hasta 140 kg del

Cuadro 4. Promedios de las producciones totales de alimentos en t/ha de el maíz y del frijol solos y asociados bajo diferentes poblaciones y dosis de nitrógeno usadas.

Dosis de N kg/ha	Poblaciones en miles de plantas/ha							
	F. 125	F. 250	C. 125+ M. 25	F. 125+ M. 50	F. 250+ M. 25	F. 250+ M. 50	M. 25	M. 50
0	2.29 c	2.55 bc	4.11 ab	5.06 a	3.94 ab	4.01 ab	2.17 c	4.20 a
40	2.52 cd	2.70 bcd	2.94 bcd	3.73 abc	4.22 ab	4.58 a	1.41 d	2.68 bcd
90	2.29 bc	2.40 bc	3.15 ab	4.38 a	3.15 ab	3.21 ab	1.12 c	2.84 ab
140	2.44 cd	1.87 de	3.95 bc	6.57 a	3.29 bcd	4.62 b	1.50 c	2.63 cd

Las medias en la misma hilera seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de acuerdo con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Cuadro 5. Valores medios de RTE x 100, de la asociación frijol-maíz, bajo diferentes poblaciones y dosis de nitrógeno usadas.

Dosis de N kg/ha	Poblaciones en miles de plantas/ha				
	F. 125+ M. 50	F. 125+ M. 25	F. 250+ M. 25	F. 250+ M. 50	Cultivos solos (T)
0	188.50 ab	204.75 a	173.00 ab	147.00 ab	100 b
40	147.75 ab	138.00 ab	209.00 a	181.25 ab	100 b
90	173.25 a	197.00 a	171.00 a	123.00 a	100 b
140	256.75 a	214.00 a	194.00 a	232.00 a	100 b

Las medias en la misma hilera seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

elemento por hectárea, tampoco afectó los rendimientos del cultivo; esto contradice los resultados logrados por Añez (2), en la misma zona, donde se obtuvieron respuestas significativas con aplicaciones desde 40 kg de N/ha.

El maíz aumentó significativamente su rendimiento en grano al aumentar su propia población desde 25 000 hasta 50 000 plantas/ha, con todos los niveles de fertilización nitrogenada empleados. Esto concuerda con Fisher (9).

La asociación perseguía conocer que presión de plantas/ha, de maíz, podría soportar el frijol, considerado como cultivo base, sin bajar significativamente sus rendimientos, tal objetivo se logró según se aprecia en el Cuadro 1.

La producción total de alimentos (PTA), en t/ha, fue superior en las asociaciones, destacándose el sistema de siembra que combinó 125 000 plantas/ha, de frijol con 50 000 plantas/ha de maíz (Cuadro 4).

El radio de tierra equivalente (RTE), el cual sirve para medir la eficiencia de los sistemas de producción, cuando los cultivos solos y en la asociación son sometidos a condiciones ambientales semejantes, mostró que la producción de frijol y maíz, fue significativamente más eficiente en los cuatro sistemas de asociación empleados, en comparación con los cultivos solos tomando como testigos y que no hubo diferencias entre las asociaciones probadas (Cuadro 5).

Ensayo 2. Frijol. Comprobada la compatibilidad y la eficiencia de la asociación maíz-frijol, se dispuso a averiguar la influencia que la época de siembra de cada cultivo ejerce sobre el rendimiento

de su asociado y sobre sus componentes, demostrándose que tanto el número de vainas por planta, el número de granos por vaina, el peso de 100 granos como el rendimiento en grano de frijol fueron influidos significativamente por los tratamientos (Cuadro 6).

Maíz. El rendimiento en grano del maíz mostró diferencias significativas entre las diferentes épocas de siembra empleadas con los cultivos en la asociación (Cuadro 7).

Asociación. La época de siembra de los cultivos en la asociación produjo respuestas significativas, tanto en la cantidad total de alimento producido por hectárea como en la eficiencia de los sistemas de siembra medidos por el radio de tierra equivalente por 100 (RTE x 100). (Cuadro 8).

A la luz de los resultados obtenidos, la época de siembra de un cultivo con respecto al otro fue de importancia capital para el logro de buenos rendimientos en la asociación maíz-frijol.

La cuantía de la interferencia de un cultivo con su asociado sembrado después, dependió de la ventaja inicial de crecimiento alcanzada por el cultivo precedente.

Con relación al comportamiento del frijol en la asociación, tanto el rendimiento en grano como sus componentes fueron mejores con la siembra simultánea con maíz, sin disminuir significativamente cuando la siembra se efectuó siete días después. Las siembras 14 y 21 días después del maíz fueron significativamente perjudiciales para el rendimiento del frijol y sus componentes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores medios de rendimiento en grano y otras características agronómicas del frijol (F) asociado con maíz (M) a diferentes épocas de siembra de cada cultivo.

Tratamientos	Rendimiento	No. de vainas por planta	No. de granos por vaina	Peso de 100 granos
	kg/ha	\sqrt{y}	\sqrt{y}	g
F solo	2 769 a	3.57 ab	2 52 ab	21.7 a
F. y M. simultáneamente	2 558 a	3.55 ab	2 65 a	19.4 ab
M 7 días después de F.	2 442 a	3.54 ab	2 495 b	16.3 b
M. 14 días después de F.	2 635 a	3.84 a	2.51 ab	17.9 ab
M. 21 días después de F.	2 615 a	4.01 a	2.50 ab	17.0 b
F 7 días después de M.	2 308 a	3.19 ab	2.52 ab	18.6 ab
F. 14 días después de M.	1 058 b	2.58 b	2.37 b	16.5 b
F. 21 días después de M.	961 b	2.51 b	2.50 b	15.9 b

Las medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Tukey.

Cuadro 7. Rendimiento medios de maíz (M) asociado con frijol (F) a diferentes épocas de siembra de cada cultivo.

Tratamientos épocas de siembra	Rendimiento en granos kg/ha
F. solo	5 096 a
F y M. simultáneamente	4 744 a
M 7 días después de F.	4 263 a
M 14 días después de F	3 974 ab
M 21 días después de F.	3 622 ab
F. 7 días después de M.	3 526 ab
F. 14 días después de M.	3 013 ab
F. 21 días después de M	2 197 b

Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Tukey

El rendimiento en grano del maíz en la asociación fue mejor cuando su siembra se hizo simultáneamente con la caraota y comenzó a bajar aunque no significativamente al efectuarse las siembras siete y 14 días después del frijol. La siembra realizada 21 días después del frijol, produjo rendimientos significativamente inferiores a aquellos alcanzados con la siembra simultánea (Cuadro 7).

Tanto la mayor cantidad total de alimentos producida (6.7 t/ha), como la mayor eficiencia de la asociación (RTE x 100 de 195) se lograron con la siembra simultánea de maíz y frijol (Cuadro 8).

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones prevalecientes en los sitios del estudio,

es posible obtener las conclusiones y recomendaciones siguientes:

1. Las asociaciones (*Zea mays* L.) y (*Phaseolus vulgaris* L.), fueron altamente compatibles
2. Se demostró que el frijol como cultivo base en la asociación, pudo soportar la presión poblacional de 50 000 plantas/ha de maíz, sin bajar significativamente sus rendimientos
3. La producción total de alimentos y la eficiencia de los sistemas de siembra, en términos generales, resultaron mejores en las asociaciones que en los cultivos solos.
4. Los mejores resultados en la asociación maíz-frijol, se lograron con la siembra simultánea de los dos cultivos.
5. Los rendimientos en grano del frijol no variaron significativamente cuando su propia población pasó de 125 000 plantas/ha.
6. El frijol no respondió a la fertilización nitrogenada.
7. El maíz solo y asociado con el frijol aumentó los rendimientos al aumentar su propia población de 25 000 a 50 000 plantas/ha
8. El maíz respondió a la fertilización nitrogenada; sus mejores rendimientos se obtuvieron con 140 kg de N/ha.

Recomendación

Para San Juan de Lagunillas y zonas con condiciones similares, sembrar simultáneamente, 125 000 plan-

Cuadro 8. Valores medios de la producción total de alimentos de la asociación frijol-maíz, arreglada en ocho sistemas de siembra.

Tratamientos cultivos y épocas de siembra	Producción total de alimentos t/ha	Eficiencia del sistema RTE x 100
1. F. solo	2.8 b	100 c
2. F. y M. simultáneamente	6.7 a	195 a
3. M. 7 días después de F.	6.3 a	184 ab
4. M. 14 días después de F.	5.6 a	167 abc
5. M. 21 días después de F	4.7 ab	148 abc
6. M solo	5.0 ab	100 c
7. F. 7 días después de M.	5.7 a	160 abc
8. M. 14 días después de F.	4.6 ab	117 bc
9. M. 21 días después de F	5.6 a	148 abc

Las medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% de acuerdo con la prueba de Tukey.

tas/ha de frijol, asociadas con 50 000 plantas/ha de maíz, con la siguiente disposición: Hileras de frijol y de maíz intercaladas a 40 cm de separación entre el mismo cultivo, con distancias entre plantas de 20 cm para frijol y 50 cm para maíz y fertilizar con 140 kg/ha de N + 40 kg de P₂O₅ + 90 kg de K₂O por ha frijol.

Literatura citada

1. ANDREWS, D.J.; KASSAN, A.H. 1977. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In Multiple cropping. Ed by M. Stelly. Special publication No. 27 American Society Agronomy Madison, Wisconsin p. 1-10
2. AÑEZ, R.B. 1976. Fertilización completa (N, P, K) en caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Juan de Lagunillas (Estado Mérida). Trabajo de ascenso. IAP, FCF, ULA, Mérida, Venezuela. 34 p.
3. AÑEZ, R.B.; TAVIRA, D.E. 1983. Efectos de las distancias de siembra sobre los rendimientos en granos y sus componentes en caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela 6(2):682-689
4. BALDEV, B., RAMANUJAN, S. 1980. Pulses in scientific intercropping. A critical appraisal. Indian Journal Genetic 40 A:1-10.
5. CHAN, L.M., JOHNSON, R.R., BROWN, C.M. 1980. Relay intercropping soybeans into winter wheat and spring oats. Agronomy Journal 71:35-39.
6. CROOKSTON, R. KENT; HILL, DAVID S. 1979. Grain yields and land equivalent ratios from intercropping corn and soybeans in Minnesota. Agronomy Journal 71:41-44
7. DESIR, S.; PINCHINAT, A.M. 1976. Producción agronómica y económica de maíz y frijol común asociados, según tipo y población de plantas. Turrialba 26:237-240.
8. FISHER, N.M. 1977a. Studies in mixed cropping. I. Seasonal differences in relative productivity of crop mixtures and pure stands in the Kenya highlands. Experimental Agriculture 13:177-184.
9. FISHER, N.M. 1977b. Studies in mixed cropping II. Populations pressures in maize bean mixtures. Experimental Agriculture 13:185-191.
10. FISHER, N.M. 1979. Studies in mixed cropping. III Further results with maize bean mixtures. Experimental Agriculture 15:49-58.
11. FRANCIS, C.A. 1978. Multiple cropping potentials of beans and maize. Hort. Science 13:12-17.
12. FRANCIS, C.A.; FLOR, C.A.; PRUGER M. 1978. Effects of bean association on yields and yield components of maize. Crop Science 18:760-764.
13. FRANCIS, C.A.; FLOR, C.A.; PRUGER M.; TEMPLE, S.R. 1977. Adapting varieties for intercropping systems in the tropics. In Multiple cropping Ed by M. Stelly. Special publication No. 27. American Society Agronomy. Madison, Wisconsin. p. 235-253
14. JEFFERS, D.L.; TRIPLETT Jr., G.B. 1979. Management needed for relay intercropping soybeans and wheat. Ohio Report 64:67-70.
15. LUGO, R.; RAMON; MARCANO L., F. 1978. Cultivos asociados maíz-frijol, bajo riego. Revista Latinoamericana de Ciencias Agrícolas (ALCA) 14:39-44.
16. OCHOA, G.; MALAGON, D. 1979. Atlas de microscopía electrónica en suelos de Venezuela — Región de la Cordillera de Mérida (1 000 —3 500 msnm) p. 34, ULA — CIDIAT, Mérida, Venezuela. 40 p.
17. PAPENDICK, R.T.; SANCHEZ, P.A.; TRIPLETT, G.B. 1977. Preface. In Multiple cropping. Ed. by M. Stelly. Special publication No. 27. American Society Agronomy Madison, Wisconsin.
18. STEEL, R.G.D.; TORRIE, JAMES H. 1960. Transformations. In Principles and procedures of statistics. Mc Graw-Hill Book Company, Inc New York. p. 156-160.
19. VENEZUELA. 1984. Ministerio de Agricultura y Cría Anuarios estadísticos Agropecuario. 1980. p. 17, 18, 33, 34. División de Estadística, Caracas.
20. WILLEY, R.W.; NATAJARAN, M. 1978. Some aspects of resource use in sorghum-pigeon pea intercropping. Indian Agriculture Research Institute. New Delhi, 17-19th. 11 p.

Notas y comentarios

Relaciones entre la botánica y la geología

Dos disciplinas científicas, la botánica y la geología, se han adentrado una a la otra en los últimos tiempos, llegando a un estado de simbiosis o de cautelosa fusión. Esta coevolución o quizás hibridación ha conducido a una interesante diversidad de resultados. Por un lado, las rocas suministran un registro de la información básica necesaria para reconstruir la vegetación del pasado. Por otro lado, el modelo espacial de la vegetación moderna sirve mucho para apreciar la distribución y aún la historia de las informaciones rocosas.

Lo que se puede llamar fitogeomorfología va más allá de lo que antes se incluía como paleobotánica, cuya enseñanza consistía mayormente de la estructura morfológica de las polisilábicas pteridofitas. Pero las cosas han cambiado. Bruce Tiffney ha reunido una serie de ensayos de varios autores (1) en los que se tratan las cuestiones sobre la evolución de las plantas que los textos antiguos ignoraban hasta la mitad del presente siglo. Los ensayos, al mismo tiempo que presentan las ideas de una teoría uniformitaria, advierten que no siempre se puede interpretar el pasado en términos del presente. Algunos eventos pasados fueron biológica, química y geológicamente únicos, eventos tales como el origen de la célula eucariótica (la unidad de la estructura básica de todos los organismos vivos excepto las bacterias y las algas azul-verdes), la conquista de la tierra y la emergencia de las plantas con flores.

Ninguna analogía moderna puede reflejar plenamente las condiciones bajo las cuales tuvieron lugar estos eventos primordiales. Así, quedamos en el excitante vacío de la especulación teórica, guiados por una gama de hechos aparentemente no relacionados entre sí. En este vacío los autores reunidos en este libro exponen sus ideas y especulaciones.

Por ejemplo, la mayoría de los organismos eucariotes son aeróbicos; sus membranas contienen esteroides que pueden ser sintetizados en la presencia de oxígeno. ¿Había oxígeno libre disponible, entonces, cuando se desarrollaron por primera vez? Si esto es así, ¿por qué hay una brecha de unos 600 millones de años entre la aparición del oxígeno y de los eucariotes fitoplanctónicos? ¿Cuál es la relación entre la ulterior acumulación de oxígeno en la atmósfera, la protección contra la radiación ultravioleta, la biosíntesis de capas de cutina protectora, repelentes del agua en las plantas y la invasión de la tierra por las plantas? Tales preguntas añaden una nueva dimensión a los argumentos concernientes a los antepasados de las plantas terrestres.

El problema consiste en formarse figuras mentales del primitivo ecosistema terrestre. Tenemos información sobre agrupaciones de plantas y de animales, procesos hidrológicos, descomposición de rocas y formación de suelos. Partículas finas de carbón de palo pueden proveer evidencia adicional sobre el papel del fuego en la ecología y la evolución de la vegetación. De modo que el momento está maduro para la reconstrucción de las condiciones físicas y biológicas en los ecosistemas terrestres primitivos. En una escala más grande, hay suficiente información disponible sobre los esquemas globales de agrupaciones de plantas fósiles, para permitir un enfoque numérico a la paleobiogeografía. Se indica, por consiguiente, que matrices de índices de similaridad podrían ser sometidas a computación multivariable y usarse para generar modelos de sus relaciones florísticas y, por consiguiente, sus relaciones geográficas. En conclusión, una materia que se consideraba de una imagen empolvada y oscura, como la relación entre la botánica y la geología, está recibiendo nuevas aportaciones e ideas que representan un aire fresco en una materia que puede ser fascinante. A.G.

Literatura citada

1. TIFFNEY, B. ed 1986. Geological factors and the evolution of plants. Yale University Press. 294 p.