

Efecto de la asociación soya-maíz bajo seis sistemas de siembra

Ing. Alfonso de Luna Jiménez *
Ing. Amalio Ponce Montoya **

RESUMEN

Esta investigación está orientada a agricultores con recursos limitados (tierra, agua, maquinaria) para la producción. Se define de acuerdo con Whigham (1895), Carnies (1985) y Collins (1985), como "sistema que permite el cultivo de dos especies sembradas al mismo tiempo, en el mismo terreno y en el mismo año". Con este sistema, se logra optimizar las labores culturales, producir con recursos limitados y disponer para el autoconsumo durante el año, de los granos básicos. Los objetivos fueron evaluar la producción de dos cultivos bajo diferentes sistemas de siembra en la misma superficie y definir cuál sistema es el mejor. La hipótesis que guió el desarrollo de la investigación fue que existe interacción positiva entre genotipos y sistemas de siembra. El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos bajo estudio fueron: soya hilera sencilla, soya

doble hilera, maíz hilera sencilla, maíz doble hilera, soya-maíz hilera sencilla y soya maíz doble hilera. Este ensayo fue realizado en el campo agrícola experimental del Centro Agropecuario, durante 1989, entre los resultados destacan: la soya sembrada sola produjo 8 ton/ha de ejote y asociada con el maíz 1.1 ton/ha lo que permite concluir que cuando se desea producir ejote, debe sembrarse sola para obtener altos rendimientos. El maíz solo y asociado rindió igual en elote, 21 ton/ha, es decir, no hay competencia entre el maíz y la soya. El maíz sembrado solo a doble hilera dio un rendimiento de 93 ton/ha de forraje y a hilera sencilla de 66 ton/ha; el maíz asociado a doble hilera rindió 77 ton/ha y a hilera sencilla 70 ton/ha. La soya asociada y sembrada a hilera sencilla dio 20.5% de proteína y a doble hilera 2.8%, en maíz fue igual, 9.4% de proteína. En la evaluación del rendimiento de grano se encontró, que la soya sola a hilera sencilla rindió 2.2 ton/ha, y a doble hilera 2.4 ton/ha. El maíz en hilera sencilla produjo 2 ton/ha y a doble hilera 1.6 ton/ha. Ambos cultivos asociados y sembrados a hilera sencilla produjeron 2.8 ton/ha y a doble hilera 3 ton/ha. (Fig. 1).

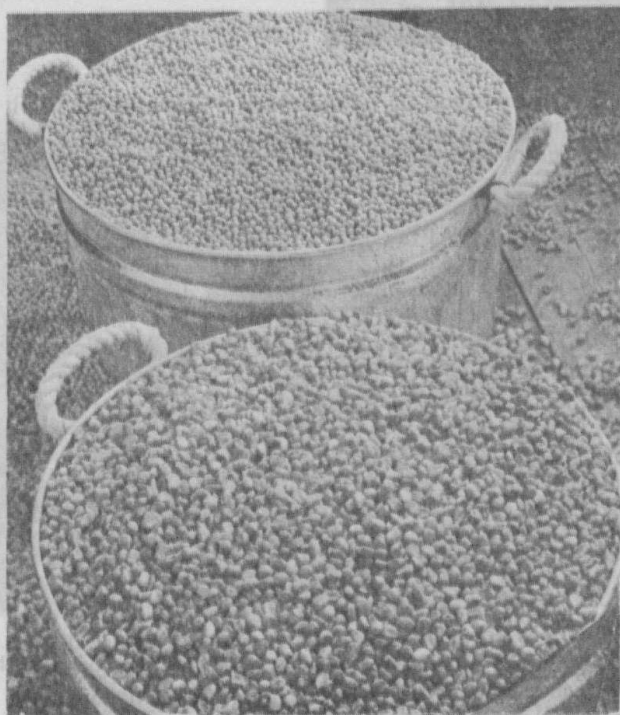


Fig. 1. Semilla de soya y maíz de alta calidad para siembra.

* Investigador responsable.

** Investigador adjunto.

INTRODUCCION

El hombre ha diseñado diferentes sistemas de producción con el afán de mejorar la productividad agrícola y asegurar su alimento. (Miranda, 1967), concluye en que el sistema de asociar maíz y frijol fue copiado de la naturaleza por los indígenas, con algunas modificaciones ventajosas agricolamente. En México, en 1969 se cosecharon 1'711,732 hectáreas de frijol, correspondiendo el 58% a siembra asociada con maíz. Existen diferentes modalidades en las siembras de dos o más cultivos en el mismo terreno, siendo las más importantes la "siembra intercalada", que consiste en aprovechar el espacio que queda entre los surcos (sembrados con un cultivo de largo periodo vegetativo, otros cultivos de menor periodo vegetativo (Higuera, 1971). En Zacatepec, Mor. Méx., este sistema es tradicional; en invierno a las siembras de caña de azúcar se les intercala frijol, tomate, jitomate, calabaza y maíz. "Siembras múltiples", es una rotación de cultivos de ciclo breve durante todo el año, práctica tradicional en China, Japón, Filipinas, y en Colombia, donde se han ensayado con éxito las rotaciones cebolla. Lechuga-maíz-repollo, para el mismo año. "Siembras compactas de una sola variedad", consiste en sembrar una sola variedad a densidades altas de población en grandes extensiones de terreno y donde se realizan todas las labores de cultivo de manera mecanizada. "Siembras asociadas" donde participan en tiempo y espacio dos o más cultivos, de prefe-

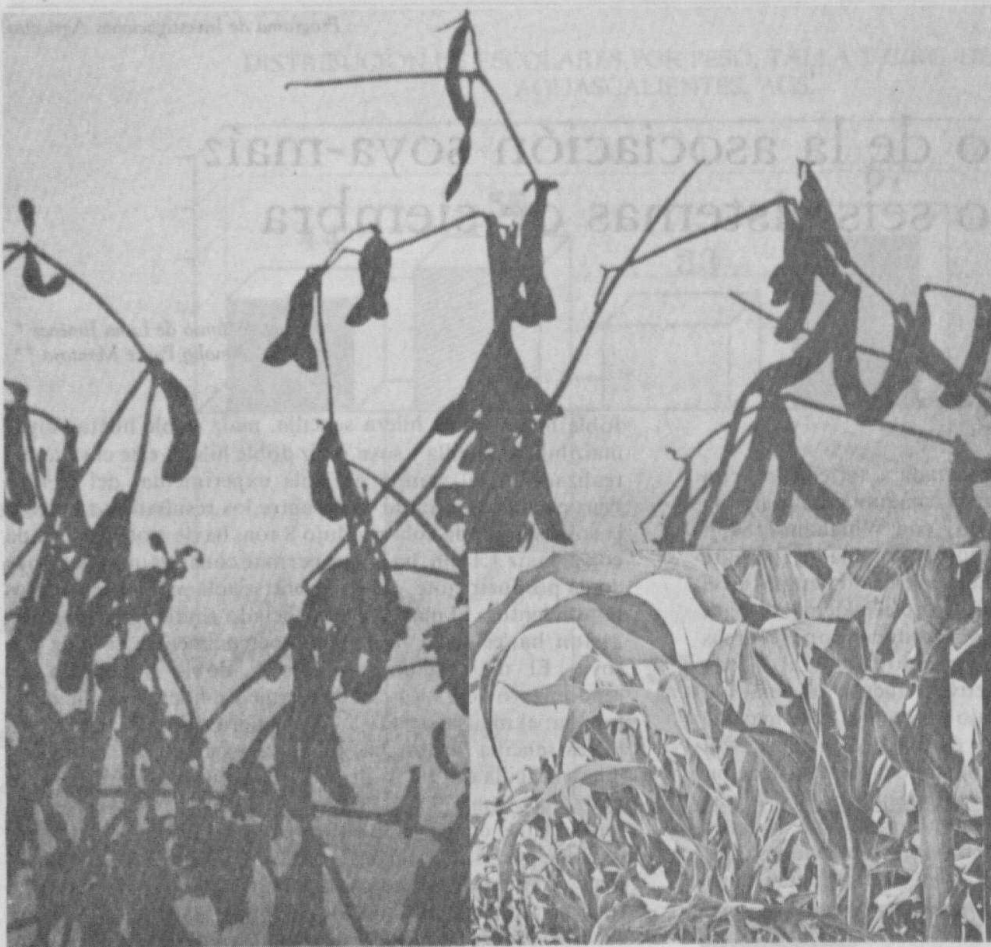


Fig. 2 Plantas de soya y maíz asociadas.

rencia una gramínea y una leguminosa. Las especies se siembran mezcladas y no segregadas en surcos o franjas, bajo este sistema se condujo el experimento para evaluar el efecto de la asociación soya-maíz bajo diferentes sistemas de siembras (Fig. 2).

REVISIÓN DE LITERATURA

La práctica de sembrar maíz y frijol asociados se ha venido realizando en México desde la época precortesiana. En efecto (Patiño, 1964) en su recopilación de datos sobre plantas cultivadas en América, cita varios documentos de la época de la conquista, en los cuales se menciona al maíz y al frijol como fuentes de alimento de los pueblos de América, así como la práctica de sembrarlos asociados. (Linton, 1948), al estudiar en Chapingo, Méx. la asociación de cultivos maíz-frijol bajo una densidad de población de 20,000 plantas de maíz y 20,000 plantas de frijol por hectárea, observó que tanto los rendimientos de frijol como de maíz en asociaciones, son menores que los rendimientos de estos cultivos cuando se siembran por separado. Sin embargo, al obtener las ganancias netas por hectárea se suman las ganancias de ambos cultivos, y la asociación resulta superior a las siembras solas. En Chapingo, (Romero, 1964) estableció un ensayo de asociación entre una variedad de maíz y seis variedades de frijol de guía, con una densidad de población de 30,000 plantas de maíz y 30,000 plantas de frijol. Sus resultados son en el sentido de

que el maíz redujo sus rendimientos al asociarse con frijol; sin embargo, aunque no hizo un análisis económico conjunto, menciona que desde el punto de vista económico la asociación puede ser ventajosa.

En 1968, al sembrar la variedad de maíz H-28 en asociación con las variedades de frijol Canario 107 (de mata), Negro, 150 y un criollo (ambos de guía) bajo una densidad de población de 20,000 plantas para ambas especies en asociación, se encuentra que: a) los rendimientos de maíz y frijol fueron más bajos en relación a las siembras solas; b) la ganancia neta de las asociaciones de maíz con frijol de guía fue estadísticamente igual a la del maíz sembrado solo, y c) la variedad de frijol de mata fue de menor rendimiento, tanto en las siembras asociadas como en las siembras solas. Los bajos rendimientos obtenidos por ambos cultivos en la asociación, se debieron en gran parte a la baja densidad de población del ecosistema.

En general, el maíz (*Zea mays* L.) y la soya (*Glycine max* L. Merr.) en sistemas intercalados han producido más maíz y menos soya como un área comparable de cada cultivo creciendo solo. (Pendleton et al. 1963). Encontraron que la soya y el maíz intercalados produjeron un 20% de incremento de maíz y un 20% de reducción en el rendimiento de la soya, comparados con los cultivos solos. (Crookston y Hill, 1979) encontraron resultados similares cuando evaluaron varias franjas de diferente anchura, (Shen, 1984) observó re-

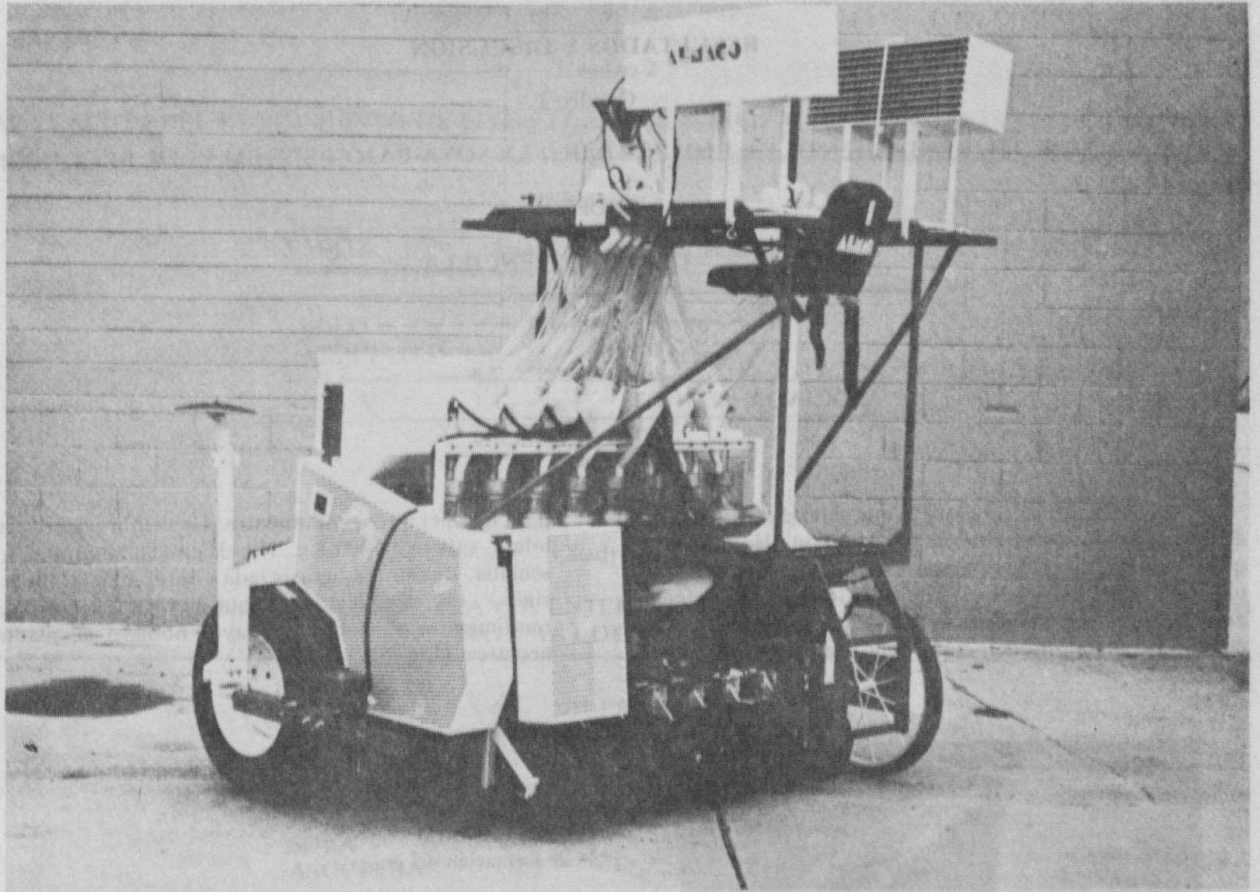


Fig. 3 Sembradora de soya especial para trabajos de investigación.



Fig. 4 Sembradora-Fertilizadora comercial para ambos cultivos.

sultados similares en estudios de bandas de 3 m de maíz. La soya produjo menos vainas/planta cuando la banda fue intercalada con maíz. Esta reducción fue atribuida al sombreado por altura del cultivo de maíz. El decremento en el rendimiento de la soya fue siempre acompañado por un descenso en la radiación fotosintéticamente activa (RFA) a la copa de la canopia de la soya.

MATERIALES Y METODOS

En el campo agrícola experimental del Centro Agropecuario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, localizado a los 21 grados 58 minutos de latitud norte y 102 grados 21 minutos de longitud oeste a los 1860 m de altitud, sobre el nivel del mar, durante el ciclo agrícola primavera-verano, 1989/1989 se realizó el experimento "Efecto de la asociación soya-maíz bajo seis sistemas de siembra". Los objetivos fueron evaluar la producción de dos cultivos bajo diferentes sistemas de siembra en la misma superficie y definir cuál es el mejor. La hipótesis que guió el desarrollo de la investigación fue que existe interacción positiva entre genotipos y sistemas de siembra. El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos bajo estudio fueron: soya hilera sencilla, soya doble hilera, maíz hilera sencilla, maíz doble hilera, soya-maíz hilera sencilla y soya-maíz doble hilera. (Fig. 3 y 4).

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 1

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE EJOTE (Ton./Ha) EN SOYA BAJO 4 SISTEMAS DE PRODUCCION

HILERA

SOYA	DOBLE	SENCILLA	\bar{X}
----- Ton./Ha -----			
SOLA	8.2	7.8	8.0
ASOCIADA	1.2	1.1	1.1
\bar{X}	4.7	4.4	

En el cuadro 1. Se observa que el rendimiento medio de ejote de soya sembrada sola fue de 8 Ton./Ha., mientras que asociada con el maíz fue de 1.1 Ton./Ha., significando una reducción de 6.9 Ton./Ha. debido a la competencia entre cultivos, intraespecífica, lo que permite concluir que cuando se quiera producir ejote, debe sembrarse la soya sola

para obtener altos rendimientos. La siembra de soya a doble hilera, superó en 400 Kg./Ha. de ejote a la siembra a hilera sencilla, mientras que asociada con el maíz a doble hilera rindió 100 Kg./Ha. más que a hilera sencilla, estos rendimientos se deben al mayor número de plantas por hectárea. (Fig. 5).

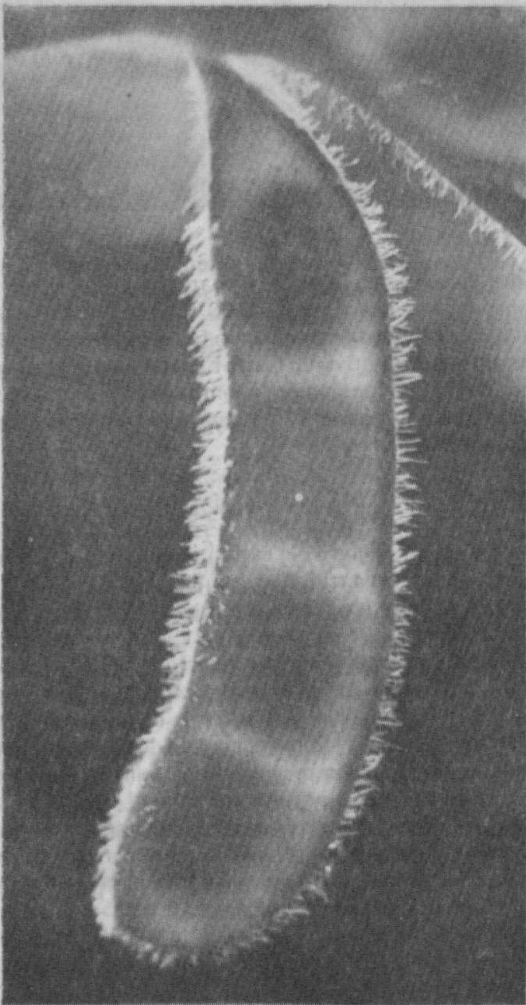


Fig. 5 Ejote de soya en la etapa de formación del grano.

Como se aprecia en el cuadro 2. El rendimiento medio de elote fue igual (21 Ton./Ha.) al sembrar el maíz solo y asociado lo que significa que no hay competencia entre el maíz y la soya, puesto que el rendimiento de elote no se afectó al sembrarse asociado. Comparando el rendimiento medio de elote bajo el sistema de siembra a doble hilera (22.5 Ton./Ha.) y bajo el sistema tradicional a hilera sencilla (19.5 Ton./Ha.) se encontró una diferencia de 3 Ton./Ha. en favor del sistema de siembra a doble hilera, diferencia que puede ser explicada por la alta densidad de población.

Como se observa en el cuadro 3, el rendimiento medio de planta entera en la fase de desarrollo máximo de vainas (R6) fue de 21 Ton./Ha. bajo el sistema de siembra sola, que comparado con el rendimiento medio bajo, el sistema de siembra asociada con maíz se abatió drásticamente el rendimiento (18.4 Ton./Ha.), debido a la competencia intraespecífica.

Cuadro 2
EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE ELOTE (Ton./Ha) EN MAIZ BAJO 4 SISTEMAS DE PRODUCCION

HILERA			
MAIZ	DOBLE	SENCILLA	\bar{X}
----- Ton/ Ha -----			
SOLO	23	19	21
ASOCIADO	22	20	21
\bar{X}	22.5	19.5	

Cuadro 3
EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE PLANTA ENTERA EN SOYA EN LA FASE DE EJOTE BAJO CUATRO SISTEMAS DE SIEMBRA

HILERA			
SOYA	DOBLE	SENCILLA	\bar{X}
----- Ton/ Ha -----			
SOLA	23.6	18.4	21
ASOCIADA	2.5	2.8	2.6
\bar{X}	13	10.6	

En el cuadro 4. Se observa que el rendimiento de forraje fue mayor al sembrarlo solo a doble hilera (93 Ton./Ha.) que a hilera sencilla (66 Ton./Ha.), la diferencia en rendimiento (27 Ton./Ha.) se atribuye a la mayor densidad de población. Esta diferencia de rendimiento es muy importante para los productores de maíz forrajero ya que bajo el sistema de siembra a doble hilera podrían hacer más redituable el cultivo.

En maíz asociado con soya y bajo el sistema de siembra a doble hilera, rindió 77 Ton./Ha. y asociado y

sembrado a hilera sencilla produjo 70 Ton./Ha., la diferencia de 7 Ton./Ha., es atribuible a la densidad mayor de plantas por hectárea, sin descartar que existe un efecto aditivo por competencia tanto interespecifica como intraespecifica.

El rendimiento medio de forraje verde de maíz sembrado solo fue de 79.5 Ton./Ha. y asociado de 73.5 Ton./Ha., el maíz asociado con la soya redujo su rendimiento en 6 Ton./Ha. por la competencia entre ambos cultivos.

Cuadro 4
EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE PLANTA ENTERA EN MAIZ EN LA FASE DE ELOTE BAJO 4 SISTEMAS DE SIEMBRA

HILERA			
MAIZ	DOBLE	SENCILLA	\bar{X}
----- Ton/ Ha -----			
SOLO	93	66	79.5
ASOCIADO	77	70	73.5
\bar{X}	85	68	

Cuadro 5

PRODUCCION DE FORRAJE VERDE EN SOYA (FASE R6), MAIZ (FASE DE ELOTE) Y ASOCIACION SOYA MAIZ

CULTIVO	HILERA			
	DOBLE		SENCILLA	
	SOLA	ASOCIADA	SOLA	ASOCIADA
	----- Ton/ Ha -----			
SOYA	23.6	2.5	18.4	2.8
MAIZ	93.0	77.0	66.0	70.0
SOYA MAIZ		79.5		72.8

Cuadro 6

RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y PROTEINA EN SEIS SISTEMAS DE PRODUCCION

SISTEMA DE PRODUCCION	RENDIMIENTO	CONTENIDO DE PROTEINA	PROTEINA COSECHADA
-----Clave*-----	-----Kg/ha-----	-----%-----	-----Kg/ Ha-----
SHS	18400	20.5	3772
SDH	23600	20.5	4838
MHS	66000	9.4	6204
MDH	93000	9.4	8742
SMHS	S= 2800	20.5	574
	M= 70000	9.4	6580
SMDH	S= 2500	17.7	442
	M= 77000	9.4	7238

* Descripción:

SHS = Soya hilera sencilla MDH = Maíz doble hilera
 SDH = Soya doble hilera SMHS = Soya maíz hilera sencilla
 MHS = Maíz hilera sencilla SMDH = Soya maíz doble hilera

En el cuadro 6. Se reporta el rendimiento de forraje verde y la cantidad de proteína contenida (Kg/ Ha) para los seis sistemas de producción estudiados. Se observa que el rendimiento de forraje en soya y maíz, depende de la densidad de población ya que los rendimientos más bajos para ambos cultivos corresponden al sistema de producción tradicional (SHS y MHS) y los rendimientos más altos al sistema de producción a doble hilera (SDH y MDH).

El contenido de proteína, no se modifica por la densidad de población, es igual para soya sembrada a hilera sencilla y a doble hilera para maíz sembrado a hilera sencilla y a doble hilera, lo mismo ocurrió al sembrarlos asociados a hilera sencilla y a doble hilera. La cantidad de proteína cosechada, está en relación directa con el rendimiento de forraje.

En el cuadro 7. Se reportan los resultados en la evaluación del rendimiento, se observa que el rendimiento de maíz sembrado a doble hilera abatió su rendimiento en 400 Kg./Ha. debido a una competencia interespecífica, esto indica que para producir grano es más conveniente la siembra a hilera sencilla (la tradicional), sin embargo, si se siembra asociado con la soya se ve beneficiado ya que incrementa su rendimiento en 400 Kg./Ha., si se siembra asociado a hilera sencilla y en 1000 Kg./Ha., si se siembra asociado a doble hilera. Además de que el maíz incrementa



Fig. 6 Elote de maíz al momento de ser cosechado para su consumo.

su rendimiento, se obtiene otra cosecha en la misma superficie de terreno, con el mismo gasto de insumos (agua, fertilizante, maquinaria, etc.) y representa una alternativa muy importante para la agricultura de subsistencia en una zona de alta siniestralidad como Aguascalientes. (Figs. 7, 8 y 9).

RENDIMIENTO DE MAIZ Y SOYA EN GRANO BAJO SEIS SISTEMAS DE PRODUCCION

SISTEMAS DE PRODUCCION	PRODUCCION		SUMA
	MAIZ	SOYA	
	-----Kg/ ha -----		
MHS	2000		2000
MDH	1600		1600
SHS		2200	2200
SDH		2400	2400
SMHS	2400	400	2800
SMDH	3000	80	3080



Fig. 7 Mazorca de maíz al momento de la evaluación del rendimiento.

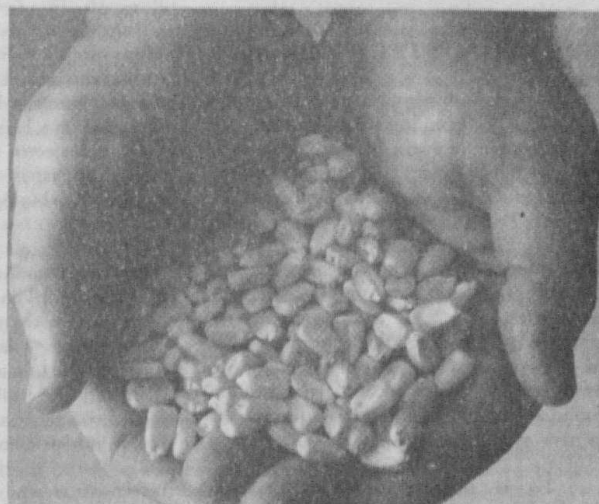


Fig. 8 Granos de maíz a la evaluación del rendimiento.

BIBLIOGRAFIA

- Higuera, M.F. 1971. Siembras múltiples e intercaladas. Inst. Colombiano Agrob. Boletín de Divulgación No. 42.
- Linto, C. 1948. Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación de maíz y frijol en el campo "El Horno". Tesis profesional. ENA, Chapingo, México.
- Miranda, C.S. 1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol común). *Agrociencia* 1 (2): 99-109.
- Patiño, V.M. 1964. Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccional. Tomo 11. Plantas alimenticias. Imprenta Departamental, Cali, Colombia.
- Romero, R.F. 1964. Observaciones preliminares de rendimiento e incidencia de plagas en maíz y frijol asociados en Chapingo, Méx. Tesis Profesional. ENA, Chapingo, Méx.
- Moreno, R.O. 1972. Las asociaciones de maíz y frijol, un uso alternativo de la tierra. Tesis de M.C., C.P. de la ENA, Chapingo, Méx.
- Sejneru, I., Cazaceanu, I. and Cristes, F. 1966. Contribuții la studiul cultuii intercalate de porumb cu fasole. *Lucr. Sti. Inst. Agron. Iasi*, 1966, pp. 43-50.
- Núñez, E.R. y Acosta S.R. 1972. Estudio sobre asociación maíz frijol en el valle de México. Informe de la rama de suelos, C.P. ENA, Chapingo, Méx.
- Rappaport, R.A. 1971. The flow of energy in an agricultural society. *Scientific Amer.* 224 (3):116-132. (Traducción de Hernández X.).
- Ruiz, B.A., Barranza M.R. y Turrent F.A. 1973. Respuesta de la asociación maíz-frijol a las dosis de N, P, O₂ y densidades de población de maíz. Informe de investigación del Plan Puebla. 6a. Reunión Anual. Puebla, Méx.
- Russell, F.W. 1961. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Ed. Aguilar trad. de la IV Edición.

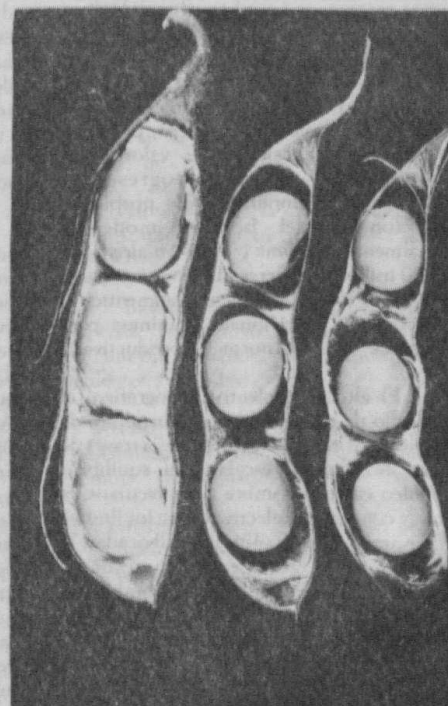


Fig. 9 Evolución de la madurez de grano de soya.

NOTA: Este trabajo fue presentado en el XI Coloquio de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México en la ENEP-IZTACALA del 2 al 6 de Diciembre de 1991. □