



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"IZTACALA"**

**EVALUACION DE LA ASOCIACION ENTRE LOS CULTIVOS :
MAIZ, FRIJOL Y CALABAZA DE AGUA, BAJO CONDICIONES
DE TEMPORAL, EN SANDOVALES, AGUASCALIENTES.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

MARIA ELENA CASTAÑEDA PEREZ

Director : ING. AGR. RODOLFO GAYTAN BAUTISTA



LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA EDO. DE MEXICO 1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Salvador Martín del Campo Valle, Director del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Aguascalientes.

Al Ing. Agr. Rodolfo Gaytán Bautista, director de la presente Tesis.

Al personal de dicha institución y en especial al Auxiliar de Campo Sr. Marcos Díaz.

A los Profesores: Arnulfo Reyes Mata, Francisco López Galindo, y Daniel Muñoz Iniestra, de la E. N. E. P. Iztacala.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS

CONTENIDO

RESUMEN	.....	1
I. INTRODUCCION	.....	2
II. MARCO DE REFERENCIA	.....	5
2.1. Generalidades del maíz	.....	7
2.2. Generalidades del frijol	.....	8
2.3. Generalidades de la calabaza	.....	9
III. ANTECEDENTES DE LA ASOCIACION	.....	10
IV. OBJETIVOS	.....	14
V. MATERIALES Y METODOS	.....	15
5.1. Descripción del área de estudio	.....	15
5.2. Establecimiento del experimento	.....	18
5.3. Conducción del experimento	.....	20
5.4. Variables de respuesta	.....	22
5.5. Análisis estadístico	.....	26
5.6. Análisis económico	.....	26
VI. RESULTADOS	.....	28
VII. DISCUSION	.....	46
VIII. CONCLUSIONES	.....	62
IX. BIBLIOGRAFIA	.....	63

"El grado de independencia de un país se mide hoy, sobre la tasa de su expansión económica, la calidad de su técnica, la formación de sus dirigentes y la aptitud de sus estructuras para absorber las aportaciones del progreso en beneficio de las mayorías".

Francois Mitterrand

RESUMEN

Es innegable que México es un país tradicionalmente agrícola, cuya agricultura, en su mayor parte, se desarrolla en zonas temporaleras con fines de autoconsumo. Los productores han empleado por siglos "tecnología tradicional" adaptada a las condiciones ambientales propias de cada lugar. Precisamente una de estas tecnologías es la asociación de cultivos que aún subsiste, no obstante haber sido desplazada por los unicultivos.

Este trabajo es la parte final de un proyecto de cinco años realizado por el C.I.F.A.P. Aguascalientes, en la localidad de Sandoval, Ags. Y que como parte integrante y basándose en el mismo, determinó el potencial productivo de la asociación de los cultivos maíz, frijol y calabaza de agua, sobre suelos pobres y bajo un temporal errático y escaso; definió entre varias combinaciones la más rentable y práctica para el productor de subsistencia y comprobó que puede reducirse el riesgo de pérdida de cosecha, como consecuencia de fenómenos climáticos adversos al asociar dos o más especies.

Se estableció un experimento conforme a un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones durante el temporal de 1990, en Sandoval, Aguascalientes. Se probaron cinco asociaciones que fueron contrastadas con los respectivos unicultivos. La preparación del suelo y los cuidados al cultivo fueron muy similares a los que lleva a cabo el agricultor.

En general, las tres especies estudiadas al asociarse entre sí, merman sensiblemente sus rendimientos, sin embargo el índice de Área Equivalente de Tierra muestra que la asociación se justifica, puesto que los rendimientos combinados superan a los rendimientos unitarios obtenidos en unicultivo, con excepción del maíz sembrado solo, el cual se mantuvo siempre por encima de todos los tratamientos.

Al asociar cuando menos dos especies se reduce el riesgo de pérdida de cosecha, ya que con una precipitación escasa se obtiene por lo menos una de ellas, y cuando el agua es suficiente se obtienen las dos o tres especies asociadas. Debido a que, al incrementar la diversidad vegetal del agroecosistema, se tiene un uso más eficiente de los recursos físicos del mismo.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas, las asociaciones más adecuadas para el productor de subsistencia de esta zona fueron: en primer lugar Maíz-Frijol-Calabaza; en segundo lugar Maíz-Frijol "alternado", y en tercer lugar Maíz-Frijol "apozolado" (comunmente practicada en la zona).

I. INTRODUCCION

En México, cada año se cultivan 21 millones de hectáreas aproximadamente, de las cuales cerca de 5 millones cuentan con riego y el resto son de temporal (SARH, 1984).

Según estudio realizado en 1987 por el Banco Nacional de México, en nuestro país existen 2'816,000 explotaciones agrícolas; 7.1% se consideran modernas, es decir, tienen recursos económicos, mentalidad comercial y aplican tecnología moderna; 40.5% son del tipo tradicional-semicomercial, las cuales emplean tanto su propia tecnología como parte de la tecnología moderna; y el 52.4% faltante son explotaciones de subsistencia que usan su propia tecnología tradicional (Jiménez, 1987).

La agricultura tradicional o de subsistencia es practicada por la mayor parte de los campesinos mexicanos. Generalmente laboran pequeñas superficies temporaleras bajo condiciones ambientales limitantes para poder sostener un alto nivel de producción. Con tecnología basada en su conocimiento ancestral, usan cultivos autóctonos, producen para autoconsumo y tienen, a su vez, poco o nulo interés y/o posibilidades de producir para el mercado (Hernández, 1981 y Laird, 1977).

Sin embargo, a pesar de que existen diversas instituciones encargadas de realizar investigación agrícola para incrementar la productividad y generar tecnología, no es muy común que los resultados de dichas investigaciones lleguen al agricultor de subsistencia con la prontitud necesaria, y no siempre son adecuados para la realidad del productor y su entorno ecológico. Por si esto fuera poco, los alimentos son cada vez más escasos en proporción a la creciente población demandante.

Ahora bien, la asociación de cultivos no es una tecnología agrícola nueva, más bien es una antigua manera de cultivo que ha sido practicada en muchas regiones cálidas del mundo por países como: India, algunos de Africa Central, Senegal, Pakistán, Japón, Filipinas, China y varios pertenecientes a América Latina. En estos últimos, incluyendo México, se practica la asociación de los cultivos maíz-frijol y maíz-frijol-calabaza desde tiempos prehispánicos. A saber, la distribución geográfica del maíz silvestre (teozintle) y del frijol silvestre es la misma, tienen el mismo ciclo vegetativo, y el frijol usa al maíz como soporte. El sistema chinampero tradicionalmente ha manipulado dicha asociación en diferentes arreglos espaciales (Lépiz, 1974; Gliessman y Amador, 1977; Carranza y Sánchez, 1981; Krishnamurthy, 1984; Muñoz, 1986; y Rojas, 1988).

En forma general se entiende la asociación de cultivos como la práctica agrícola de sembrar dos o más especies diferentes en el mismo terreno y durante el mismo tiempo, de tal manera que aquéllas se beneficien de las mismas labores culturales (Gliessman y Amador, *op. cit.*).

Se tiene pues, que el objetivo de la investigación en asociación de cultivos, es incrementar el producto derivado de una cantidad y calidad dada de recursos físicos; busca la utilización más eficiente de los mismos para aumentar el rendimiento dentro de un contexto socioeconómico. Lo cual, en agricultura de temporal, significa mayor aprovechamiento de: la escasa precipitación, la baja productividad del suelo, la reducida disponibilidad de predios, la relativa participación de mano de obra familiar, la disminución del riesgo de perder la cosecha por factores climáticos adversos, y la obtención de una mayor variedad de productos (Burgos, 1977 y Rojas, *op. cit.*).

Por otra parte, la asociación de cultivos es un componente común en la operación de agroecosistemas, que no son otra cosa mas que un ecosistema natural perturbado, manipulado, dirigido por y para beneficio del hombre; quien intenta hacer un uso más óptimo e integral del mismo al pretender mantener, en grado mínimo, la diversidad natural de flora y fauna, debiendo subsidiarlo artificialmente (Hernández, 1981).

En México, precisamente, la gran diversidad ecológica existente ha permitido la práctica de este sistema de cultivo en casi toda la República (excepto en los estados de: Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Zacatecas) bajo tres modalidades:

- a) asociación de dos o más cultivos anuales
- b) asociación de dos o más cultivos anuales con perennes
- c) asociación de dos o más cultivos perennes

Dichas modalidades se practican en zonas temporaleras, con explotación familiar, para autoconsumo, con mínima mecanización (tracción animal y/o trabajo manual), usando variedades criollas, con pocos insumos, siendo más intensa en el ciclo primavera-verano y obteniéndose bajos rendimientos e ingresos (Linton, 1948; Solórzano, 1977; Gliessman y Amador, *op. cit.*; Ortiz, 1979, y Krishnamurthy, *op. cit.*).

En Aguascalientes la costumbre de asociar maíz-frijol, maíz-calabaza y frijol-calabaza es bastante antigua; se siembra en el ciclo primavera-verano, durante un temporal errático y escaso, sobre suelos someros y pobres. Sin embargo, hoy en día ya no es tan frecuente porque ha sido desplazada por los unicultivos. Se tiene registrado que en 1978 se sembraron en el estado 3,247 Has. de la asociación maíz-frijol en los municipios de: Aguascalientes (1,673 Has.). Asientos (1,161 Has.) y Tepezalá (413 Has.) (Ortiz, *op. cit.*).

La producción actual de maíz y frijol en este estado, proviene de unicultivos con graves problemas y pérdidas, debido a la escasa precipitación como factor determinante. A pesar de esto, el productor debe asegurar el alimento familiar (Gaytán, 1986).

De ahí que el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Aguascalientes, iniciara, en 1986, un proyecto de cinco años con la meta de: "definir el o los sistemas de cultivo que al menos disminuya los riesgos de las pérdidas de rendimiento en los cultivos y que satisfaga al agricultor sus necesidades de consumo" (Gaytán, *idem*).

Entonces, el presente estudio, como parte final y apoyado en el proyecto antes mencionado, tuvo como finalidad demostrar que la práctica de los cultivos asociados es una alternativa real para los agricultores de subsistencia de El Llano, Aguascalientes.

II. MARCO DE REFERENCIA

Diversos autores como Harwood y Price (1976), Lewis y Phillips (1976) y Pinchinat *et all.* (1976), citados por Aguilar (1978); así como también Gliessman y Amador (*op. cit.*), Andrews y Kassam (1976) y Krishnamurthy (*op. cit.*), reconocen dos grandes sistemas de cultivo, cada uno con sus respectivas variantes.

1.- Cultivos múltiples:

siembra de dos o más cultivos en la misma área y durante el mismo año, con una intensificación del cultivo tanto en tiempo como en espacio; existiendo competencia inter-específica durante todo o una parte del ciclo de los cultivos. Los agricultores manejan más de una especie a la vez en el mismo terreno. Sus variantes son: mixtos o asociados, intercalados, en surcos, en franjas y en relevo.

2.- Cultivos secuenciales:

siembra de dos o más cultivos sucesivos en la misma área y durante el mismo año, una vez cosechado el primer cultivo se siembra el segundo. La intensificación del cultivo es únicamente en tiempo sin existir competencia inter-específica en ningún momento de sus respectivos ciclos. Los agricultores manejan una sola especie a la vez sobre el mismo terreno. Sus variantes son: cultivos dobles, triples, etc. y en socas.

Tales sistemas de cultivo han sido desplazados drásticamente por las siembras de cultivos puros, también llamados únicos o compactos; es decir, la siembra de una sola variedad con una alta densidad poblacional, generalmente sembradas en grandes extensiones y con un uso elevado de insumos y maquinaria. La producción suele ser muy alta, sin embargo es muy vulnerable a factores ambientales y biológicos, por lo que es muy inestable.

Ante este panorama, los investigadores han retomado el estudio de antiguas prácticas agrícolas que guardan cierta armonía con el ecosistema natural. Es así como surgió el interés por conocer la práctica de asociar dos o más cultivos, que efectuaban las grandes culturas mesoamericanas.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por Gliessman y Amador (*op. cit.*) entre otros, los cultivos asociados poseen enormes ventajas y varias desventajas, que enseguida se señalan.

Ventajas

1. Son sistemas muy apropiados para áreas con amplia variación climática y edáfica
2. Hay un mejor uso del espacio vertical, horizontal y temporal
3. Grandes cantidades de biomasa (materia orgánica) se reintegran al sistema
4. Hay una cubierta vegetal más extensa que ayuda al control de malezas y mejora la estructura del suelo
5. Hay mayor diversidad vegetal que propicia una menor susceptibilidad a plagas y enfermedades
6. Pueden obtenerse gran diversidad de productos útiles, dependiendo de la complejidad del sistema
7. Se distribuye mejor el trabajo a lo largo del ciclo
8. El agricultor no depende de un solo cultivo
9. Se favorece la vida silvestre
10. Permite un cambio gradual de prácticas agrícolas deficientes por tecnologías más apropiadas, sin menoscabo de la producción
11. Se obtiene poca variabilidad del rendimiento de un ciclo de cultivo a otro
12. Generalmente la ganancia combinada es mayor

Desventajas

1. Hay competencia por luz, agua y nutrientes
2. A veces es imposible o muy difícil mecanizar estos sistemas
3. Hay mayores pérdidas de agua por evapotranspiración
4. Posiblemente se favorece la proliferación de algunos animales dañinos, especialmente roedores e insectos, cuyo control químico se dificulta
5. Los sistemas son más complejos y escasamente comprendidos agrónomicamente y biológicamente
6. Los rendimientos unitarios son más bajos, obteniéndose solamente producción a nivel de subsistencia
7. Los agricultores de escasos recursos económicos tardan más tiempo en recobrar la inversión total inicial

2.1. Generalidades del maíz (*Zea mays* L.)

El maíz tiene gran importancia como base de la alimentación de los pueblos latinoamericanos: es una fuente importante de almidón, vitamina B, proteínas y lisina. También es empleado con gran éxito en la alimentación animal, en estado seco y semiseco.

La planta posee un tallo leñoso, cilíndrico que puede alcanzar una altura desde 40cm - 300cm dependiendo de la variedad; tiene hojas envainadoras y un sistema radical muy vasto con raíces adventicias, de sostén y aéreas. Es monóica (la espiga es la flor masculina y la mazorca la femenina), de polinización cruzada anemófila (efectuado por viento).

Es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas, de ciclo anual que va de 80 a 200 días. Su fisiología está determinada por el factor genético, mientras que la forma de crecimiento y desarrollo está en función, en gran medida, del ambiente.

Requiere un clima cálido con temperaturas entre 20 y 30°C, y una precipitación entre 300 y 1000 mm. El granizo y las heladas lo afectan considerablemente. Se desarrolla plenamente en suelos profundos, fértiles, con alto contenido de materia orgánica, de texturas francas, con una humedad a la capacidad de campo, y un pH de 6 a 7.

Germina dentro de los 6 días posteriores a la siembra en condiciones apropiadas de humedad y temperatura. Es de días cortos, por lo que en días largos florece tardíamente, sin embargo, aquí da sus mayores rendimientos. Temperaturas por encima de los 30°C propician una inflorescencia masculina más temprana que la femenina, y viceversa. Asimismo, sequía y temperaturas altas inducen una maduración temprana.

Existe una gran diversidad de plagas y enfermedades que lo atacan, por ejemplo: pájaros, roedores, pulgones, ácaros, gusanos cogolleros, tizones, pudriciones, etc.

La variedad de Maíz VS-202 (la cual se empleó en este estudio), es una variedad sintética liberada por el INIA en 1979. Se obtuvo después de una serie de cruza entre maíces criollos, y presenta los siguientes caracteres agronómicos:

fecha de siembra	inicio de temporal hasta 20 de julio
días a emergencia	6 - 9
días a floración	63 flor masculina, 64 flor femenina

altura de planta	110 - 170 cm
días a madurez	105 en promedio
relación mazorca/planta	0.40 - 0.99
rendimiento de grano	400 - 1,200 Kg/Ha
rendimiento de rastrojo	1,000 - 2,000 "

(Berlijn, 1985 y Peña, et al. 1987).

2.2. Generalidades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol pertenece a la familia de las leguminosas. Se cultiva principalmente para obtener la semilla seca, y en menor proporción para la producción de vaina fresca. Es la principal fuente de proteína para muchas poblaciones. El resto de la planta en estado seco, constituye un alimento excelente para el ganado.

Es una planta anual, con forma arbustiva, y puede ser de crecimiento determinado cuya altura va de 30 - 90cm, o bien trepadora y de crecimiento indeterminado que alcanza hasta 2m. Posee una raíz principal con raíces secundarias abundantes, hojas pinnadas, trifoliadas y pubescentes, de tamaño variado. Las inflorescencias son en racimos y nacen de la axila de las hojas, son hermafroditas, de autofecundación por cleistogamia (cuando la flor aún no abre). El fruto es una vaina que encierra a las semillas, las cuales tienen gran variedad de formas, tamaños y colores, dependiendo de la variedad.

La fisiología del frijol común está determinada por el factor genético, su desarrollo depende hasta cierto punto, de las condiciones ambientales. Su ciclo varía de 80 a 100 días en variedades tempranas y hasta 130 días en las tardías. Germina de 2 a 3 días después de la siembra con temperaturas de 20 a 30°C. Es afectado por la longitud del día, en días cortos tiene una floración temprana; las lluvias excesivas durante la floración pueden provocar la caída de las flores.

Sus requerimientos climáticos son: climas templados y tropicales con lluvias abundantes, entre 1000 y 1500 mm. Prospera bien en suelos fértiles de estructura media y de textura franco-limoso hasta franco-arcilloso, profundos, bien drenados y pH de 5.5 a 6.5.]

Hay muchas plagas y enfermedades que lo atacan, como son: chicharritas, conchuela, mosca blanca, picudo, chahuistle o roya, antracnosis, cenicilla, pudriciones radiculares, etc.

La variedad Bayo Madero (estudiada aquí), fue creada por el INIA en 1981 a través de hibridaciones entre el Bayo Criollo de Calera, Zacatecas, y una línea mejorada con resistencia a la roya

y antracnosis. Se adapta a los llanos de Durango y regiones similares de Zacatecas y Aguascalientes. Posee los siguientes caracteres agronómicos:

fecha de siembra	desde junio hasta 31 de julio
días a emergencia	7 - 10
días a floración	35 - 43
días a madurez	79 - 87
altura de planta	31.5 cm en promedio
vainas/planta	9 - 13
granos/vaina	4 - 5
rendimiento de grano	604 - 1,499 Kg/Ha

(Acosta, 1982 y Berlijn, 1987b).

2.3. Generalidades de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.)

La calabaza es una cucurbitácea que pertenece al grupo de dicotiledóneas, el cual incluye plantas que son muy importantes como hortalizas. Se consumen las semillas secas, las flores frescas y el fruto tierno o maduro. Los frutos están constituidos en un 90% de agua, y la pulpa es rica en vitaminas y minerales. La pulpa también es empleada como forraje fresco.

La planta posee un tallo herbáceo pubescente, cuando joven es sólido y hueco al madurar, con hojas de formas variadas, con una raíz principal, algunas secundarias y abundantes pelos absorbentes. Son monóicas, ambas flores nacen de la misma axila, las femeninas son solitarias y abultadas en su base, mientras que las masculinas salen en grupos y son alargadas. Es de polinización cruzada entomófila (llevada a cabo por insectos) principalmente por abejas.

Son plantas de ciclo de vida anual (115 a 125 días), de crecimiento rastrero. Emergen 5 u 8 días después de la siembra; no se ven afectadas por la duración del día, florecen de acuerdo a la edad y su desarrollo natural, las temperaturas bajas retardan la floración y una alta intensidad de luz estimula la fecundación.

Se desarrollan bien en climas templados, de preferencia con una humedad relativa baja, resisten bien el calor y la falta temporal de agua, pero no las heladas. Con temperaturas entre 18 y 25°C, máximas de 30 y mínimas de 10. Requiere entre 500 y 600 mm de precipitación. Suelo fértil, de texturas arenosos y franco arenosos, de estructura suelta, sin capas duras o compactas, con un buen contenido de materia orgánica, sobre terrenos nivelados y soleados, y un pH de 6 a 7.5.]

La atacan diversas plagas y enfermedades como: nemátodos, gusano minador de la hoja, pulgones, mosca blanca, antracnosis, cenicilla vellosa y polvorienta, roya, etc. (Berlijn, 1987a).

Respecto a la "variedad" aquí manejada, Criolla de Agua, no se tienen datos que la caractericen. Por el hecho de ser criolla se sabe que está bien adaptada a la zona y ha sido empleada por más de 100 años en las zonas temporaleras de Aguascalientes (Com. Per. de diversos productores, 1990).

III. Antecedentes de la asociación

A continuación se presentan algunos trabajos revisados sobre asociación maíz-frijol (M-F), maíz-calabaza (M-C) y maíz-frijol-calabaza (M-F-C).

Linton en 1948 probó la asociación M-F en comparación con sus unicultivos, en condiciones de temporal, en Chapingo, México. Encontró que el frijol reduce la producción de maíz lo cual se compensa con la suma de ambos rendimientos, además, la asociación es buena para una mayor producción de grano y forraje a nivel de subsistencia.

Moreno (1972) propone la asociación M-F como una alternativa en el uso de los recursos del agricultor del Edo. de Puebla; dando una aproximación de recomendación de sembrar ambos cultivos al mismo tiempo, con una población de 40 y 90 mil Pl/Ha respectivamente, y fertilizando con la dosis 140-100-00.

Lépiz (1974) da a conocer una serie de conclusiones después de realizar varios experimentos con la asociación M-F en los años 1968, 1969, 1970 y 1972, en los Edos. de Puebla, Tlaxcala y México. En general, los rendimientos unitarios del frijol y del maíz en asociación son menores que los obtenidos al sembrarlos solos, se reducen dichos rendimientos en función directa (recíprocamente) del número de plantas de frijol o maíz/Ha. La ganancia combinada de ambos cultivos asociados supera a la ganancia obtenida con sus unicultivos. La asociación frena en cierto grado la proliferación de plagas y enfermedades para cualquiera de los cultivos; permite también un mejor aprovechamiento de las variaciones del hábitat y se logra una alta eficiencia fotosintética.

Pérez (1975) al hacer una comparación de rendimientos económicos en la asociación M-F en Zapopan, Jalisco, concluye que el sistema reditúa un margen/costo mayor que el obtenido en siembras solas. Las variedades de frijol de guía y semiguía son las más rendidoras en asociación ya que forman dos estratos bien definidos con el maíz, lo que propicia un máximo aprovechamiento de luz.

Solórzano (1977) hizo un estudio de la asociación M-F bajo temporal en El Llano, Aguascalientes; encontró que los rendimientos de maíz y frijol al asociarse son menores que en monocultivos; algunas asociaciones superan en rendimiento económico al maíz solo y a la asociación tradicional (M-F, 1:1). Al contrario de lo que ocurre en otras zonas, la asociación M-F en El Llano, no supera en utilidad neta al frijol solo.

Uribe (1979) evaluó la respuesta de la asociación M-F de guía a aplicaciones de N, K, estiércol de bovino, densidad de frijol y arreglo topológico para maíz en Ocuilan de Arteaga, México, concluyendo que el cultivo de asociación con más insumos que los comunes superó ampliamente a la técnica tradicional. El estiércol bovino favorece la asociación por su efecto en el mayor rendimiento de ambos. El arreglo topológico de maíz afectó su propio rendimiento de grano; y la distribución del frijol en tres plantas por mata de maíz, también afectó el rendimiento de frijol, aunque en menor proporción.

Medina y colaboradores (1980) al determinar el período crítico de competencia (PCC) entre las malezas y los cultivos asociados M-F bajo dos niveles de fertilización en Chapingo, México, encontraron que el PCC va de la emergencia a los 60 días después de la siembra y que no muestra interacción significativa con los niveles de fertilización, pero las tendencias indican que tal período sería más corto (45 días) con un suministro bajo de nutrimentos.

Carranza y Sánchez 1981 probaron cinco niveles de asociación M-F y cuatro de fertilización nitrogenada bajo el temporal de Saltillo, Coahuila. Concluyeron que los mejores rendimientos se tuvieron con la fórmula fertilizante 60-40-00. Cuando la relación de asociación M-F es de 1:3 hay mayores crecimientos y un consumo más eficiente del agua de lluvia. El maíz asociado incrementa su potencial de producción al aumentar la proporción de frijol cuando éste no merma la propia.

Salinas (1982) observó el comportamiento de variedades de frijol, en unicultivo y asociado a maíz en Xaltepa, Chiapas; concluyendo que el frijol de guía enredadora tendió a presentar su mayor rendimiento/Ha cuando se cultivó asociado, mientras que el de semiguía y el de mata no modificaron significativamente su rendimiento individual, solos y asociados.

Krishnamurthy (1984) publicó los resultados obtenidos de varios años de estudio de la asociación M-F realizados en el Valle de México, obteniendo que: la alta variabilidad de rendimiento en variedades de maíz y frijol es debida a la variedad de frijol y maíz (respectivamente) con la cual se asocia, y a las diferencias en las otras variables estudiadas (densidad de población, dosis fertilizante, y sobre todo las condiciones de suelo y clima). La densidad de maíz no es determinante en el rendimiento combinado, mas bien son las prácticas de manejo, suelo y clima; el maíz incrementa su rendimiento si se adiciona N a la dosis de fertilizante empleada, el frijol no; en cambio a altas concentraciones de P los rendimientos de la asociación bajan.

Ariza (1986) hace una evaluación de los daños al frijol por "pulguilla saltona" en el sistema M-F-C en la montaña de Guerrero, dentro de las zonas agroclimáticas cálida seca y templada subhúmeda. Encontró que el clima templado subhúmedo favoreció más el desarrollo de la pulguilla y el daño fue mayor con respecto al clima cálido seco. El daño tuvo una distribución uniforme en las diferentes épocas de aplicación; en asociación y en unicultivo el ataque fue igual. Lo cual indicó que el comportamiento del insecto estuvo más influenciado por el clima y no por el sistema de cultivo.

Ayala (1986) ensayó tres sistemas de labranza (convencional, mínima y cero) en asociación M-F y unicultivo de frijol en la zona de influencia de Chapingo, México, con el fin de evaluar la incidencia de mancha foliar y mancha angular en frijol, encontrando lo siguiente: las prácticas culturales reducen significativamente la incidencia de enfermedades, así como también la asociación, pero no para todos los tipos de enfermedades, puesto que se reduce el número de malezas, las cuales son un medio de diversificación.

López (1986) estableció cuatro experimentos en Cintalapa, Chiapas, para evaluar el efecto de seis factores de la producción en el patrón de cultivos M-C. Encontró que el tipo y grado de respuesta de los factores estudiados estuvo muy influenciado por las condiciones edáficas. La dosis de N incrementó los rendimientos de maíz y de calabaza, y consecuentemente sus ingresos brutos. La densidad de población del maíz no influyó en los rendimientos de ambos cultivos, mientras que la alta densidad de población de calabaza sí incrementó sus propios rendimientos. A su vez la producción de calabaza disminuyó al asociarse a maíz, y éste rindió lo mismo solo que asociado.

Muñoz (1986) evaluó la producción de M-F-C asociados en el sistema de chinampa de Veracruz, México, manteniendo la proporción que utiliza el agricultor 1:2:2. Concluyó que, en promedio, el rendimiento por especie es mayor en unicultivo que en asociación. La producción de grano de maíz y calabaza, parecen no ser afectados por el hecho de estar asociados, mientras que el frijol sembrado en bajas densidades, sí merma sus rendimientos cuando se le asocia. Por otro lado, la proliferación de arvenses es menor en los cultivos asociados, posiblemente porque se establece una competencia por luz y nutrientes.

Sánchez (1987) evaluó el efecto de la intensidad de labranza en la entomofauna de maíz y frijol, asociados y en monocultivo en Chapingo, México, concluyendo que la diversidad de insectos en general fue mayor donde no hubo labranza, así como también en la asociación, aunque no para todas las plagas.

García (1988) realizó un estudio de la comunidad de arvenses en la asociación M-C en el Edo. de México, usando semillas criollas de la región y en condiciones de temporal. Encontró que la biomasa total de arvenses se incrementa casi linealmente hasta la fructificación de los cultivos, y después decrece drásticamente

hacia la cosecha. La asociación M-C ocasionó disminución en la diversidad de arvenses; probablemente la calabaza tiene efectos alelopáticos que evitan la germinación de las semillas de ciertas especies de malezas, tal efecto sólo está presente en las primeras etapas del desarrollo de la misma calabaza.

Guzmán (1988) hizo un ensayo en Chapingo, México, para ver el efecto de la fertilización con efluentes de un digestor anaerobio en maíz y calabaza asociados y en sus unicultivos, bajo condiciones de temporal. Se demostró que la asociación fue más eficiente en el aprovechamiento del área para la producción de biomasa, proteína y beneficio neto, que los unicultivos. Se observó una respuesta proporcional a la aplicación de N para cada tipo de fertilizante, siendo de mayor a menor respuesta la fertilización: química+biológica, química, biológica y testigo.

Molina y colaboradores (1988) establecieron un experimento en Zacatepec, Puebla, con el fin de evaluar cuatro herbicidas aplicados en postemergencia a la maleza de los cultivos asociados M-F. Encontrando que el herbicida bentazona en concentraciones de 1.5, 2.0 y 2.5 lt/Ha, tiene un buen control sobre la maleza de la asociación maíz-frijol con aplicación dirigida. En cambio los otros herbicidas estudiados (acifluorfen, fomesafen y fluzifop-butil) son tóxicos para el maíz. Observaron también, que es necesario probar varios herbicidas y la dosis óptima, económica y técnicamente de cada uno, así como su toxicidad, para el mejor control de malezas sin que se vean afectados los cultivos en cuestión.

Gaytán en 1986, 1987 y 1988 se propuso definir el o los sistemas de cultivos asociados con los cultivos M, F y C más rentables y convenientes al agricultor temporalero de Aguascalientes, México. Obtuvo los siguientes resultados:

Tabla A: Rendimiento promedio de grano Kg/Ha. Sandoval, Ags.

Trat.	1986 315.3 mm			1987 316.9 mm			1988 406.0 mm		
	M	F	C	M	F	C	M	F	C
1M	126			1750			2650		
2F		268			960			1199	
3C			78			191			405
4M-F	188	155		891	575		784	685	
5M-C	79		0	1529		15	1924		51
6C-F		283	5		901	66		1061	83
7M-F-C	129	179	2	891	580	41	1089	515	79

Nota: La precipitación corresponde a los meses de julio a octubre

Tabla B: Rendimiento promedio de esquilmos Kg/Ha. Sandoval, Ags.

Trat.	1986 315.3 mm			1987 316.9 mm			1988 406.0 mm		
	M	F	C	M	F	C	M	F	C
1M	3259			5983			4009		
2F		142			1147			1197	
3C			4571			6760			8605
4M-F	1202	51		2601	570		925	943	
5M-C	3104		0	5705		552	2981		1129
6C-F		142	1572		1036	2372		1018	1732
7M-F-C	987	79	956	2580	573	1289	1542	705	1663

Nota: La precipitación corresponde a los meses de julio a octubre

IV. OBJETIVOS

A) Determinar el potencial productivo de la asociación entre los cultivos maíz, frijol y calabaza de agua, bajo las condiciones típicas de El Llano, Ags.: temporal errático y escaso, y suelos pobres.

B) Identificar la o las asociaciones más rentables y prácticas para el productor de subsistencia de El Llano, Ags.

C) Comprobar que puede reducirse el riesgo de pérdida de cosecha como consecuencia de fenómenos climáticos adversos, al asociar Maíz, Frijol y Calabaza de Agua bajo temporal, en El Llano, Ags.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Descripción del área de estudio

El estado de Aguascalientes está situado en la parte meridional de la Altiplanicie Mexicana y estribaciones de la Sierra Madre Occidental.

El trabajo experimental se desarrolló en la localidad de Sandoval, ubicada en la región de El Llano (hacia el oriente del estado); en el Campo Auxiliar del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (C.I.F.A.P). Aguascalientes.

Localización.

Sandoval se encuentra ubicada entre los $21^{\circ}54'$ y $21^{\circ}54'23''$ latitud norte, y los $102^{\circ}04'32''$ y $102^{\circ}05'$ longitud oeste; con una altitud que va de los 2000 a 2050 m.s.n.m. (CETENAL, 1973a) (Fig. 1).

Fisiografía.

La zona, pertenece a la provincia de la Mesa Central caracterizada por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, y a la sub-provincia de Los Llanos de Ojuelos, que a su vez está conformada por lomeríos suaves unidos a valles, en éstos se encuentra un piso consolidado cubierto por una capa muy somera de aluviones, con pendientes que van de 6-12% y una pedregosidad de 35-40% (SPP, 1981).

Geología.

El material basal es de rocas sedimentarias areniscas del terciario, de grano medio de arena y limo, constituidas principalmente por minerales de cuarzo y feldespatos; y por conglomerados del terciario, de grano grueso, formados por partículas de diversos tamaños (CETENAL, 1973b y SPP, 1981).

Edafología.

Las unidades predominantes son dos:

a) Planosol eútrico .- son suelos que se encuentran sobre terrenos planos, de textura media y con un duripan a menos de 50 cm. Típicos de zonas semiáridas, con una capa debajo de la superficial infértil, bajo ésta hay un subsuelo arcilloso

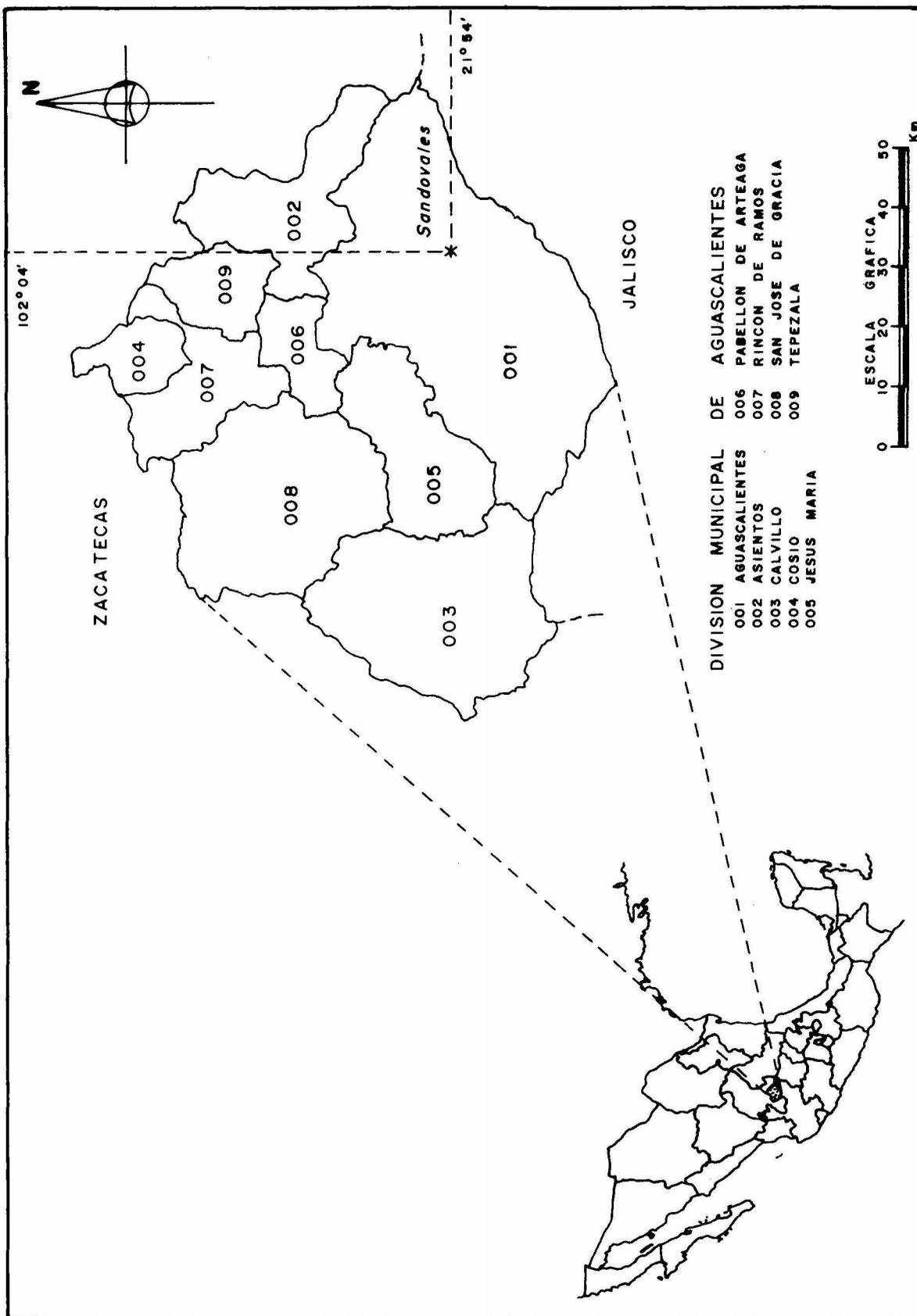


Fig. No. 1 LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

impermeable o bien, roca o tepetate. Sus rendimientos pecuarios son moderados y en el uso agrícola variables, dependiendo de su capa superficial; son muy susceptibles a la erosión.

b) Xerosol háplico .- son suelos que se localizan sobre terrenos ligeramente ondulados, de textura media y con un duripan a menos de 50 cm. Característicos de zonas áridas y semiáridas con su capa más superficial pobre en humus y bajo ella un subsuelo rico en arcillas. Sus rendimientos pecuarios están en función de la vegetación, mientras que los agrícolas son bajos. Poseen baja susceptibilidad a la erosión, salvo en pendientes y sobre caliche o tepetate (CETENAL, 1973c).

Hidrología.

La zona de estudio queda dentro de la región hidrológica No. 12 "Lerma-Chapala-Santiago", de aquí se desprenden ríos tributarios, afluentes principales del río Santiago. Existen diversas corrientes superficiales intermitentes. El Llano tiene condiciones desfavorables para el aprovechamiento del agua del subsuelo por la gran profundidad a que se encuentran los niveles freáticos y por la baja capacidad trasmisora de las formaciones. Se han construido una gran cantidad de pequeños bordos parcelarios diseñados para captación de agua de lluvia, que en realidad no almacenan grandes volúmenes (SPP, 1981 y Gómez, 1981).

Clima.

Se observa un clima BSkw(w)(e)g denominado semiseco-templado con una temperatura media anual de 12 - 18°C, extremoso con una oscilación de 7-14°C e invierno fresco. El período de lluvias es durante el verano, con una precipitación anual de 500 mm en promedio y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 (IG-UNAM, 1970).

Vegetación y uso actual.

La vegetación natural del área es de matorral desértico micrófilo y matorral crasicale, formados por huizache, mezquite y diversos tipos de nopaleras, además de pastizales naturales e inducidos. El uso que se le da al suelo es para agricultura de temporal permanente anual, sembrándose básicamente maíz, frijol, calabaza y nopal, con bajos rendimientos; labranza de tracción animal y/o mecanizada, y un uso limitado de agroquímicos dependiendo de las condiciones climáticas (CETENAL, 1973d, 1974 , y SPP, 1981).

Datos socioeconómicos.

Para 1985 la población total del estado de Aguascalientes fue de 638,077 habitantes, siendo el 30% población rural (INEGI, 1986).

El estado cuenta con una superficie productiva de 439,366 Has. (77.64% del total estatal), de éstas 90,205 son para la actividad forestal, 179,002 para la ganadera y 170,159 para la agrícola, de las cuales a su vez 112,240 son de temporal y 57,919 de riego (INEGI, 1986).

Actualmente, la asociación de los cultivos Maíz-Frijol la practican un número muy reducido de ejidatarios temporaleros apegados a sus costumbres. Lo hacen sembrando el maíz a una distancia entre 70 y 80 cm y entre dos plantas de éste, siembran dos o tres matas de frijol, a este tipo de siembra le llaman "frijol apozolado". En algunas ocasiones, entre el maíz, intercalan algunas plantas de calabaza, o bien, también lo llegan a hacer entre el frijol, pero no asocian los tres cultivos. Las variedades que emplean son: Maíz VS-201 y VS-202 (este último en baja escala), Frijol Bayo Criollo El Llano y Bayo Madero (este último en baja escala), y Calabaza Criolla de Agua. En general los rendimientos son muy bajos, la inversión alta que pocas veces deja "alguna" ganancia y, además, sin ningún apoyo económico (Gómez, 1981 y com. per. diversos productores, 1990).

Según estadísticas del Distrito de Desarrollo Rural 01 Pabellón de Artega, Ags., para los años de 1986 - 1989 los rendimientos de maíz fueron en promedio de 350-370 Kg/Ha y para el frijol de 190-240 Kg/Ha, para la calabaza de agua no se tienen datos por ser un cultivo ocasional y en baja escala. Por lo que toca al precio medio rural y al valor de la producción se han incrementado desproporcionadamente, por ejemplo, para 1987 la inversión para el maíz fue de \$ 569,624.00/Ha mientras que el costo del grano fue de \$ 242,599.66/Ton. Para el frijol, el mismo año la inversión fue de \$ 388,095.00/Ha y el costo del producto de \$ 482,705.22/Ton (SARH, 1986, 1987, 1988 Y 1989).

5.2. Establecimiento del experimento

El experimento se estableció a lo largo de todo el temporal de 1990, en los meses de julio a octubre, dentro del ciclo agrícola primavera-verano, sobre un suelo de la unidad planosol. El estudio se condujo acorde a un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Tal diseño fue elegido con base en la relativa heterogeneidad del suelo en cuanto a acumulación de agua, debido a la pendiente.

Los materiales empleados se obtuvieron en el mismo C.I.F.A.P. y fueron:

CULTIVO	VARIEDAD
Maíz (<i>Zea mays</i> L.) Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	VS-202 Bayo Madero Criolla de Agua

Los tratamientos probados fueron:

Trat. TESTIGO	Trat. de PRUEBA
1. Maíz (M) 2. Frijol (F) 3. Calabaza (C)	4. Maíz-Frijol sembrados en el mismo surco o "apozolado" (M-F ap) 5. Maíz-Frijol sembrados en forma alternada, un surco de cada uno (M-F al) 6. Maíz-Frijol-Calabaza sembrados en el mismo surco (M-F-C) 7. Frijol-Calabaza sembrados en el mismo surco (F-C) 8. Maíz-Calabaza sembrados en el mismo surco (M-C)

Cabe aclarar que para este estudio, los tratamientos en que se incluyó calabaza, se sembró un surco sí y otro no de ésta, dado el crecimiento tan extendido que tiene. Por otro lado, se incluyó como tratamiento de prueba la asociación Maíz-Frijol "apozolado", tal y como la practica el agricultor de esta zona, con el fin de evaluarla y compararla con un tratamiento alternativo: la asociación Maíz-Frijol, pero sembrando un surco completo de maíz, alternado con un surco completo de frijol. El distanciamiento entre plantas y la densidad de población con las cuales se trabajó, quedan resumidas en la siguiente Tabla C:

Tabla C: Densidad poblacional. Asociación de cultivos.
Sandoval, Ags. 1990.

TRAT.	CULTIVO	DIST. entre PLANTAS (metros)	DENS. POBLA. miles Pl/Ha
1	M	0.32	40
2	F	0.19	68
3	C	3.00	2
4	M-F ap	0.80 - 0.19	16 - 68
5	M-F al	0.32 - 0.19	20 - 34
6	M-F-C	0.80 - 0.19-3.0	16 - 68-2
7	F-C	0.19 - 3.0	68 - 2
8	M-C	0.32 - 3.0	40 - 2

La unidad experimental estuvo constituida de 6 surcos de 10 m de largo distanciados entre sí 0.76 m, lo que dió una superficie de 45.60 m². Como parcela útil se consideraron los 4 surcos centrales de 8 m de largo, quedando una superficie útil de 24.32 m² (Fig. 2).

5.3. Conducción del experimento

La preparación del terreno consistió en hacer un rastreo al suelo, y el surcado un mes antes de la siembra. Se sembró el 9 de julio de 1990 en suelo húmedo -toda vez que las lluvias se hubieron establecido- depositando en forma manual dos semillas por especie y por golpe de siembra en el fondo del surco. Se fertilizó con la dosis 40-40-00, previamente determinada por Gaytán (1986), poniendo dicho fertilizante a un costado del lomo del surco; se usó como fuente de nitrógeno sulfato de amonio al 20.5% y como fuente de fósforo superfosfato de calcio simple al 20%. La semilla y el fertilizante se taparon con un riel, de manera que quedasen a una profundidad aproximada de 10 cm.

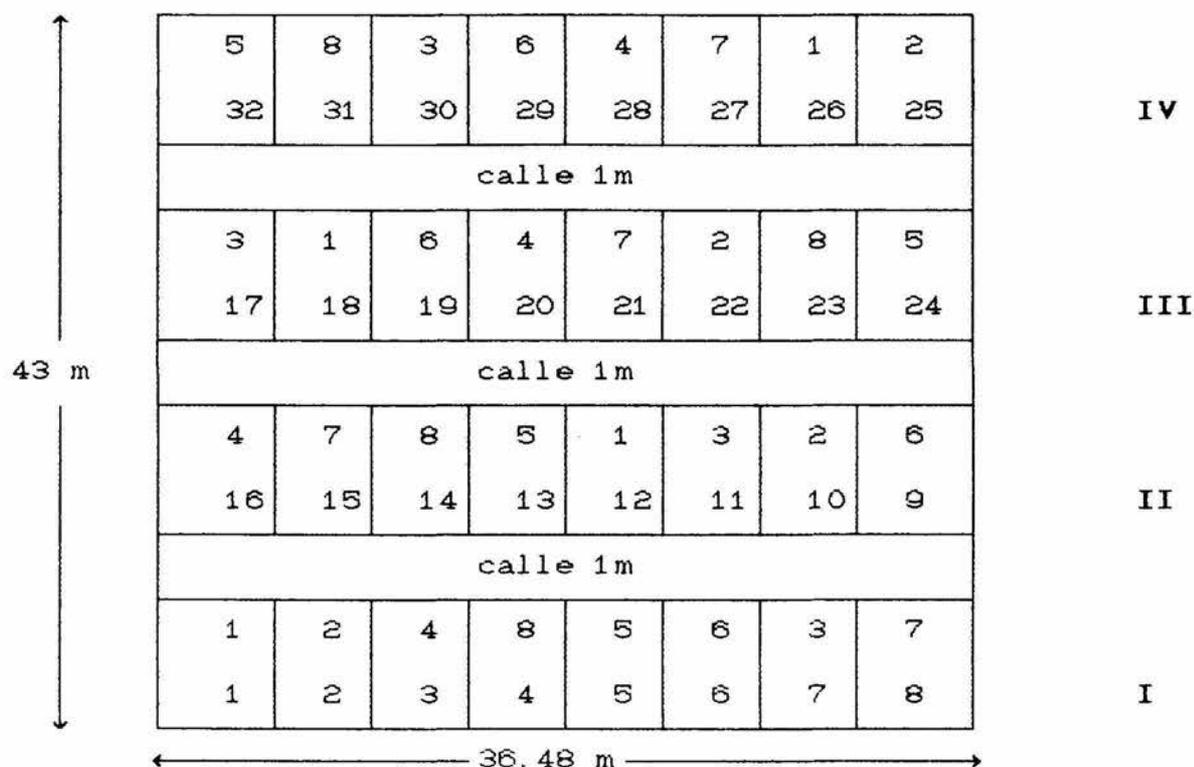


Fig. No. 2: Diseño experimental bloques al azar con 4 repeticiones. No. romano: número de repetición, No. inferior de cada u.e.: número de parcela y, No. superior de cada u.e.: número de tratamiento.

Las labores de cuidados al cultivo fueron mínimas, ya que se trataba de hacer una evaluación lo más cercana posible a las condiciones propias del agricultor; además las limitantes climáticas no permitieron trabajar normalmente.

En primer término no se efectuó ninguna escarda, puesto que el suelo estuvo siempre demasiado húmedo como para que el tractor pudiese trabajar con eficiencia, obviamente las plantas lo requirieron siempre, prueba de ello fue el acame en maíz (de un 2 hasta un 50% en algunas parcelas) y la invasión de malezas.

El control de malezas se hizo en forma manual y ayudándose de un azadón. Se hicieron dos deshierbes, el primero a los 43 días a partir de la siembra y el segundo a los diez días siguientes.

No se hizo ningún tipo de control sobre plagas, puesto que los insectos no se presentaron como tales. Sí hubo diversidad de ellos pero no dañaron a las plantas más allá de lo normal.

Para el combate de enfermedades no se emplearon agroquímicos, ya que los costos se hubiesen elevado demasiado, razón por la cual los productores no realizan un control sistemático de las mismas.

Inicialmente se cosechó el frijol a los 112 días después de la siembra, se dejó secar al sol unas horas y se desgranó y limpió separando grano y paja, para evaluarlos. A los 122 días después de la siembra se tumbó el maíz y se dejó en gavillas (amontonado) sobre la parcela para que terminase su secado; diez días después se cosecharon las mazorcas de maíz, se dejó secar al sol unos días más y se desgranó; el rastrojo se dejó en el terreno para que seicara aún más y después se pesó. Por último, los frutos de la calabaza se cortaron a los 140 días después de la siembra, se extrajo la semilla, se secó al sol y se pesó al igual que los frutos frescos sin la semilla.

5.4. Variables de respuesta

Las variables consideradas para alcanzar los objetivos planteados fueron las siguientes:

Días a emergencia.

A partir de la fecha de siembra se enumeraron los días a la emergencia, en el momento en que aproximadamente el 50% de las plántulas de la unidad experimental aparecieron al nivel del suelo (Berlijn, *op. cit.*; C.I.A.T., 1987 y Gaytán, *op. cit.*).

Días a floración (inicio y 100%).

A partir de la fecha de siembra, se contaron los días a inicio de floración cuando por lo menos el 50% de las plantas de la unidad experimental abrieron una o más flores. Posteriormente se cuantificó el fin de la misma: en el caso del maíz cuando la espiga soltó el polen y el jilote tenía secos los estigmas; para el frijol al término de la segunda floración; y para la calabaza en el punto donde se observó que ciertas flores ya no desarrollarían el fruto (Berlijn, *op. cit.* y Gaytán *op. cit.*).

Días a madurez fisiológica.

Se consideraron los días transcurridos desde la siembra, hasta que el 50% de las plantas de la unidad experimental habían llegado a su madurez, la cual se identificó en el momento en que las hojas comienzan a perder pigmentación, secarse y desprenderse.

Altura final de planta.

Se midió la altura que alcanzaron las diferentes especies al concluir sus respectivos ciclos. Se estimó el promedio de tres plantas tomadas al azar de la unidad experimental (Gaytán *op. cit.*).

Daño por plagas y enfermedades.

No se hizo ningún tipo de evaluación de daño por plagas. Se hizo una evaluación de la incidencia de enfermedad, la cual se define como el número de unidades afectadas (plantas enteras) expresándolas como porcentaje de la población total. Para el caso del frijol se calculó en dos etapas de desarrollo de acuerdo a lo sugerido por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1987): R6 (reproductiva ♂) al final de la floración y R8 (reproductiva ♀) en el llenado de grano. Para la calabaza, se evaluó de igual forma, y, exclusivamente, en la madurez. En ambos casos la evaluación se hizo en toda la unidad experimental.

Componentes del rendimiento.

Son los caracteres morfo-fisiológicos que regulan la producción agronómica, y están en función de la interacción genotipo-ambiente. Se evaluaron al cosechar cada uno de los cultivos.

M A I Z

a) Rendimiento de grano. Se pesó el grano seco (cuando alcanzó aproximadamente un 12% de humedad) de toda la parcela útil.

b) Rendimiento de rastrojo. Se pesó el rastrojo seco de toda la parcela útil.

c) Otros componentes del rendimiento. Se cuantificaron las mazorcas, las plantas con dos mazorcas y el promedio de mazorcas por planta, de la parcela útil.

F R I J O L

a) Rendimiento de grano. Se pesó el grano seco (cuando alcanzó aproximadamente un 12% de humedad) de toda la parcela útil.

b) Rendimiento de paja. Se pesó la paja seca de toda la parcela útil.

c) Otros componentes del rendimiento. Se calcularon las vainas por planta, los granos por planta y el promedio de granos por vaina, tomando únicamente tres plantas al azar de la parcela útil, y se calculó la media.

C A L A B A Z A

a) Rendimiento de semilla. Se pesó la semilla seca (cuando alcanzó aproximadamente un 12% de humedad) de toda la parcela, en este caso particular toda la unidad experimental se consideró como parcela útil.

b) Rendimiento de frutos frescos. Se pesaron los frutos frescos sin semilla de toda la parcela.

c) Otros componentes del Rendimiento. Se contaron los frutos por parcela, los frutos maduros por parcela, los frutos inmaduros por parcela y el promedio de frutos por planta de toda la unidad experimental (Acosta, *op. cit.*; Gaytán, *op. cit.* y Peña *et al.*, *op. cit.*).

Area foliar.

Una forma más de evaluar la productividad de los cultivos fue a través de la medición del área foliar. La importancia de ésta radica en que es la principal fuente interceptora de radiación solar, de la que depende la producción de materia orgánica y, en última instancia, el rendimiento agronómico.

Se estimó el área foliar con el medidor portátil de área foliar automático LI-COR modelo LI-3000A, el cual proporciona valores en centímetros cuadrados. Se colectaron tres plantas al azar (cada vez) de la parcela útil para emplear el método destructivo. Únicamente se evaluaron los dos cultivos básicos en dos etapas de desarrollo. Frijol: al final de la etapa vegetativa (a los 35 días después de la siembra), y en plena floración (a los 60 días). Maíz: en la floración (a los 60 días), y en el llenado de grano (a los 80 días). En la calabaza no pudo ser evaluada el área foliar, porque se hubieran destruido las plantas, que por ser una población muy pequeña se necesitaban para la cuantificación del rendimiento (Medina, 1977; Lépiz, 1978 y Peña, 1986).

Datos climatológicos.

De la estación meteorológica, localizada en el mismo sitio de estudio, se tomaron los datos de temperatura máxima y mínima, y de precipitación y evaporación real, durante todo el desarrollo de los cultivos, puesto que se trata de factores determinantes para el desarrollo vegetal.

Porcentaje de humedad edáfica.

Se realizó una vez por semana, del 10 de julio al 6 de noviembre, durante todo el ciclo de cultivo, muestreando las dos repeticiones centrales en el mismo orden cronológico del número de parcela, a una profundidad de 0-30 cm. Para su evaluación, se empleó el método gravimétrico (Ortiz y Ortiz, 1987).

Análisis físico-químicos del suelo.

Se efectuaron dos muestreos para analizar la fertilidad del suelo, uno antes de la siembra y otro después de la cosecha. La toma de muestras se hizo en zig-zag a una profundidad de 0-30 cm, colectando cinco en total, para cada caso, de todo el predio experimental. Cada una de las cinco muestras, se analizaron por separado, para después obtener el resultado promedio (Castro, 1987). Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Análisis Físico-Químicos de Suelos del Distrito de Desarrollo Rural No. 1, Pabellón de Arteaga, Ags. de la S.A.R.H.

Area Equivalente de Tierra (AET) o Eficiencia Relativa de la Tierra.

Para cuantificar la eficiencia del rendimiento en asociación se usó la Razón de Area Equivalente de Tierra también conocido como Índice de Eficiencia Relativa de la Tierra propuesto por Andrews y Kassam (*op cit.*). Es la proporción de área requerida como monocultivo en relación a los cultivos asociados, para obtener una cantidad igual de producción. La fórmula empleada es:

$$AET = \frac{\text{cultivo A asociado}}{\text{cultivo A monocultivo}} + \frac{\text{cultivo B asociado}}{\text{cultivo B monocultivo}}$$

La suma de estas fracciones indica la superficie que bajo unicultivo tendría que sembrarse del cultivo A y del cultivo B, para obtener los mismos rendimientos alcanzados cuando están asociados en una hectárea. Por ejemplo: si $AET = 1.4$, para obtener iguales rendimientos agronómicos que en asociación, se tendrían que sembrar bajo unicultivo 0.7 Has. de cultivo A y 0.7 Has. de cultivo B.

si:

$AET > 1$ el rendimiento de la asociación es mayor que el del monocultivo, se justifica la asociación

$AET = 1$ el rendimiento de la asociación y el monocultivo son equivalentes, resulta indistinto asociar o no

$AET < 1$ el rendimiento de la asociación es menor que el del monocultivo, no se justifica la asociación

Cuanto más grande sea la AET la eficiencia de la asociación es mayor.

5.5. Análisis estadístico

Se utilizó el Análisis de Varianza del programa de computadora MSTAT versión 4.00/EM, para determinar las diferencias significativas al 0.05 y 0.01 de probabilidad, por efecto de los tratamientos en las variables evaluadas. Donde se detectó diferencia entre tratamientos se empleó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, con base en el cálculo de la Diferencia Mínima Significativa Real (DMSR) a un nivel de significancia de 0.01 (Daniel, 1982 y Durán *et al.*, 1986).

5.6.. Análisis económico

Se hizo el análisis económico de los resultados, con base en el Presupuesto Parcial propuesto por Perrin y colaboradores (1988), del Programa de Economía del C.I.M.M.y T. Se trata de una serie de procedimientos para analizar los resultados obtenidos de ensayos agronómicos, y poder así formular recomendaciones que se ajusten a los objetivos y circunstancias del agricultor.

Dado que el productor de subsistencia debe asegurar el alimento familiar, tiende a cambiar sus prácticas de manejo de cultivos de forma gradual. Evalúa los costos de cambiar de una práctica a otra, y los beneficios que resultan de dicho cambio, teniendo siempre presente los factores de riesgo como heladas o sequías. Por lo que una recomendación válida debe tomar en cuenta tanto las necesidades del productor, como sus recursos reales disponibles (físicos, económicos y humanos), para que en un momento dado, accediera a cambiar alguna práctica agrícola por otra que le ayude a mejorar la productividad de su predio.

El presupuesto parcial, es una metodología que permite organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos que varían y beneficios netos de los tratamientos. Este presupuesto no incluye los costos totales de la producción, únicamente contempla los costos que se ven afectados por la nueva práctica que se está introduciendo. Por ejemplo, si lo que se quiere probar es el control químico de cierta plaga, sin variar la preparación del suelo, la siembra, los cuidados al cultivo y la forma de cosecha, sólo se consideran los costos adicionales por el uso y aplicación del insecticida, y por consiguiente los beneficios que se deriven.

El presupuesto parcial se basa en:

1) Costos que varían: son los costos por hectárea relacionados con los insumos comprados, mano de obra y/o maquinaria utilizada a causa de la nueva práctica.

2) Rendimientos ajustados: son los rendimientos medios de cada tratamiento reducidos en cierto porcentaje, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que podría lograr el propio agricultor con la nueva práctica. Generalmente, los rendimientos experimentales son mayores que los del productor debido a: un manejo más cuidadoso, un tamaño de parcela más pequeño, fecha de cosecha más temprana, y un método de cosecha más eficiente.

3) Precio de campo del producto: se calcula tomando el precio que el agricultor recibe (o podría recibir) por el producto cuando lo vende, restándole los costos relacionados con la cosecha, empaque, transporte y venta. Frecuentemente los precios oficiales no coinciden con los precios manejados comercialmente.

4) Beneficio bruto de campo: se obtiene multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.

5) Beneficios netos: se calculan restando al beneficio bruto de campo el total de los costos que varían.

VI. RESULTADOS

Días a emergencia.

Esta variable no presentó diferencia significativa entre los tratamientos (para ninguna de las tres especies), es decir, que este carácter agronómico se mantuvo constante independientemente de la asociación o unicultivo.

Días a floración (inicio y 100%).

En el inicio de floración de la espiga de maíz sí hubo diferencia entre los tratamientos M-F-C y M-C, mientras que en el inicio de la floración de la mazorca no hubo significancia. Con respecto a la floración del resto de los tratamientos no hubo diferencia estadística, ni para inicio ni para 100% de la misma, para ninguno de los tres cultivos.

Días a madurez fisiológica.

Respecto al tiempo que tardaron las especies en concluir su ciclo, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos para la madurez del frijol y de la calabaza. Para la madurez del maíz, sí se encontró diferencia significativa entre los tratamientos M-Fap y M-C.

Altura final de planta.

Para este parámetro no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, para ninguna de las especies estudiadas, lo que indica que la altura de la planta no está en función de la asociación.

En los cuadros I, II y III se pueden apreciar los caracteres agronómicos evaluados.

Daño por plagas y enfermedades.

No se hizo una estimación del daño causado por plagas, ya que las poblaciones de insectos que pudieron apreciarse, no afectaron el desarrollo normal de las plantas.

Dos enfermedades fungosas atacaron al frijol: la roya lo hizo severamente en la etapa del llenado de grano, provocando una baja en su rendimiento; y la antracnosis, que se observó ya en la madurez fisiológica traslapándose con ésta, por lo que no se pudo evaluar el daño, pero sí se observó que mermó su calidad.

La calabaza también fue atacada por una enfermedad fungosa: la cenicilla. Al parecer no afectó apreciablemente el rendimiento del cultivo, puesto que se presentó hacia el final del ciclo, en plena madurez.

Respecto al análisis estadístico en el Cuadro IV se puede apreciar que, del daño causado por la roya al frijol, no se encontró significancia entre los tratamientos, en ninguna de las dos etapas evaluadas. En cuanto al daño por la cenicilla a la calabaza, únicamente mostraron diferencia significativa los tratamientos C y M-C.

Componentes del rendimiento.

M A I Z

a) Rendimiento de grano. El unicultivo de maíz mostró diferencia estadística altamente significativa con las asociaciones M-F-C y M-Fap, mientras que con los tratamientos M-C y M-Fal no la tuvo. Por su parte, los tratamientos M-Fap, M-Fal, M-F-C y M-C son estadísticamente iguales (ver Cuadro V y Gráfica 1).

Cabe aclarar que el rendimiento de maíz, no se vió afectado por el acame que sufrió éste, puesto que la planta tiende a levantarse cuando no se ha roto, continuando con sus procesos fisiológicos normales.

b) Rendimiento de rastrojo. El unicultivo de maíz y la asociación M-C son estadísticamente iguales. A su vez, estos mismos tratamientos mostraron diferencia estadística altamente significativa con el resto de los tratamientos: M-Fap, M-Fal y M-F-C. Por su parte, éstos últimos son estadísticamente iguales (ver Cuadro V y Gráfica 2).

c) Otros componentes del rendimiento. Para los componentes del rendimiento número de plantas con dos mazorcas y promedio de mazorcas por planta, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. En cuanto al número de mazorcas por parcela útil, el unicultivo de maíz y la asociación M-C son estadísticamente iguales, pero guardan significancia con el resto de los tratamientos M-Fap, M-Fal y M-F-C. A su vez, éstos son estadísticamente iguales (ver Cuadro VI).

**Cuadro I: Datos promedio de los caracteres agronómicos del maíz.
Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.**

TRAT.	EMERGENCIA días	INICIO FLORA. días		100% FLORACION días		MADUREZ días	ALTURA mts
		♂	♀				
1 M	10.7a	53ab	57a	67a	68a	119.5ab	2.22a
4 MFap	10.7a	54ab	57a	67a	68a	121.7a	2.05a
5 MFal	10.7a	54ab	57a	67a	69a	120.7ab	2.13a
6 MFC	11.2a	54a	57a	67a	69a	121.0ab	2.11a
8 MC	11.0a	53b	56a	67a	69a	119.2b	2.18a
C. V. %	4.10	0.88	1.99	0.84	1.1	0.71	5.76

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

**Cuadro II: Datos promedio de los caracteres agronómicos del
frijol. Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.**

TRAT.	EMERGENCIA días	INICIO FLORA. días	100% FLORACION días	MADUREZ días	ALTURA mts
2 F	11.7a	43.5 a	68.5a	91.5a	0.35a
4 MFap	12.0a	41.75a	68.5a	92.5a	0.36a
5 MFal	12.5a	41.75a	68.2a	97.5a	0.36a
6 MFC	12.5a	43.5 a	68.0a	92.0a	0.33a
7 FC	11.5a	42.25a	68.2a	93.0a	0.36a
C. V. %	5.28	5.03	0.55	2.27	6.39

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro III: Datos promedio de los caracteres agronómicos de la calabaza. Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.

TRAT.	EMERGENCIA días	INICIO FLORA. días	100% FLORACION días	MADUREZ días	ALTURA mts
3 C	11.2a	49.25a	55.00a	115.7a	0.52a
6 MFC	11.0a	50.50a	55.75a	115.5a	0.49a
7 FC	11.0a	50.25a	54.50a	115.5a	0.55a
8 MC	11.0a	50.50a	57.00a	115.2a	0.49a
C. V. %	2.25	2.42	4.91	10.50	8.05

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro IV: Porcentajes promedio de la evaluación del daño por enfermedades. Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.

Trat.	Roya en frijol		Cenicilla en calabaza
	R8 fin de floración	R8 llenado de grano	
2. F	10a	40a	21a
3. C		34a	
4. M-Fap		35a	
5. M-Fal		36a	
6. M-F-C		35a	
7. F-C		9ab	
8. M-C		13ab	
C. V. %		2.0		10.37	39.72

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

F R I J O L

a) Rendimiento de grano. El unicultivo de frijol presentó una diferencia altamente significativa con las asociaciones M-Fal y M-F-C, mientras que con los tratamientos M-Fap y F-C la diferencia no fue significativa. Por su parte, los tratamientos M-Fap, M-Fal, M-F-C y F-C son estadísticamente iguales (ver Cuadro V y Gráfica 1).

b) Rendimiento de paja. El unicultivo de frijol manifestó una clara diferencia estadística con los tratamientos M-Fal y M-F-C, a la vez que con las asociaciones M-Fap y F-C no evidenció diferencia. Por su parte, los tratamientos M-Fap, M-Fal, M-F-C y F-C son estadísticamente iguales (ver Cuadro V y Gráfica 2).

c) Otros componentes del rendimiento. El número de vainas por planta, número de granos por planta y el promedio de granos por vaina, no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos (Ver Cuadro VII).

C A L A B A Z A

a) Rendimiento de semilla. El unicultivo de calabaza manifiesta una diferencia estadística altamente significativa con los tratamientos M-F-C y M-C, mientras que con el tratamiento F-C no hubo significancia. Las asociaciones M-F-C, F-C y M-C tampoco presentaron diferencia estadística entre sí (ver Cuadro V y Gráfica 1).

b) Rendimiento de frutos frescos. Se observó diferencia estadística del unicultivo con respecto a la asociación M-C y M-F-C, mientras que con la asociación F-C no hubo diferencia significativa. Las asociaciones M-F-C, F-C y M-C entre sí, no presentaron diferencia estadística (ver Cuadro V y Gráfica No. 2).

c) Otros componentes del rendimiento. En cuanto al número de frutos inmaduros no hubo diferencia estadística entre los tratamientos estudiados. En el caso del número de frutos maduros el unicultivo mostró diferencia altamente significativa con los demás tratamientos: M-F-C, F-C y M-C. En número de frutos por parcela útil y el promedio de frutos por planta, el unicultivo de calabaza difiere significativamente con las asociaciones M-F-C y M-C, mientras que con la asociación F-C no. A su vez, los tratamientos M-F-C, F-C y M-C, son estadísticamente iguales (ver Cuadro VIII).

Cuadro V: Rendimiento promedio de grano y esquilmos. Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.

TRAT.	GRANO Kg/Ha			ESQUILMOS Kg/Ha		
	M	F	C	M	F	C
1 M	3,308a			5,592a		
2 F		1,297a			728a	
3 C			407a			12,251a
4 M-Fap	1,688bc	727ac		1,933b	403ac	
5 M-Fal	2,084abc	535bc		2,837b	317bc	
6 M-F-C	1,641bc	340bc	153bc	2,149b	219bc	4,915bc
7 F-C		981ac	212ac		469ac	6,441ac
8 M-C	3,025abc		80bc	5,479a		2,698bc
C. V. %	20.32	28.70	34.19	17.25	28.31	32.84

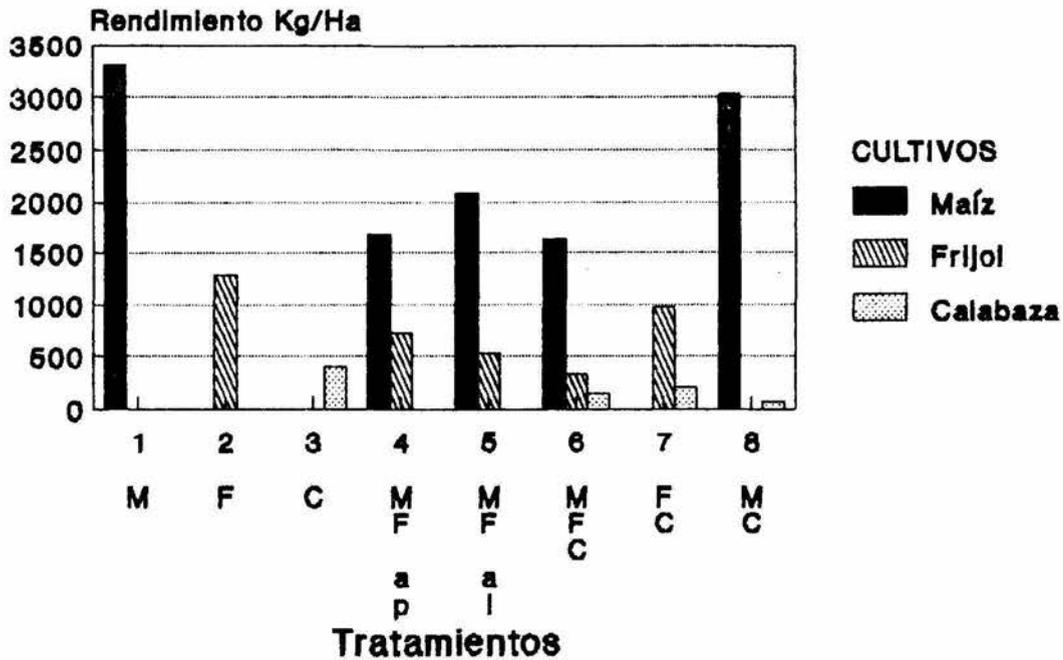
Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro VI: Componentes del rendimiento de maíz. Valores promedio. Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.

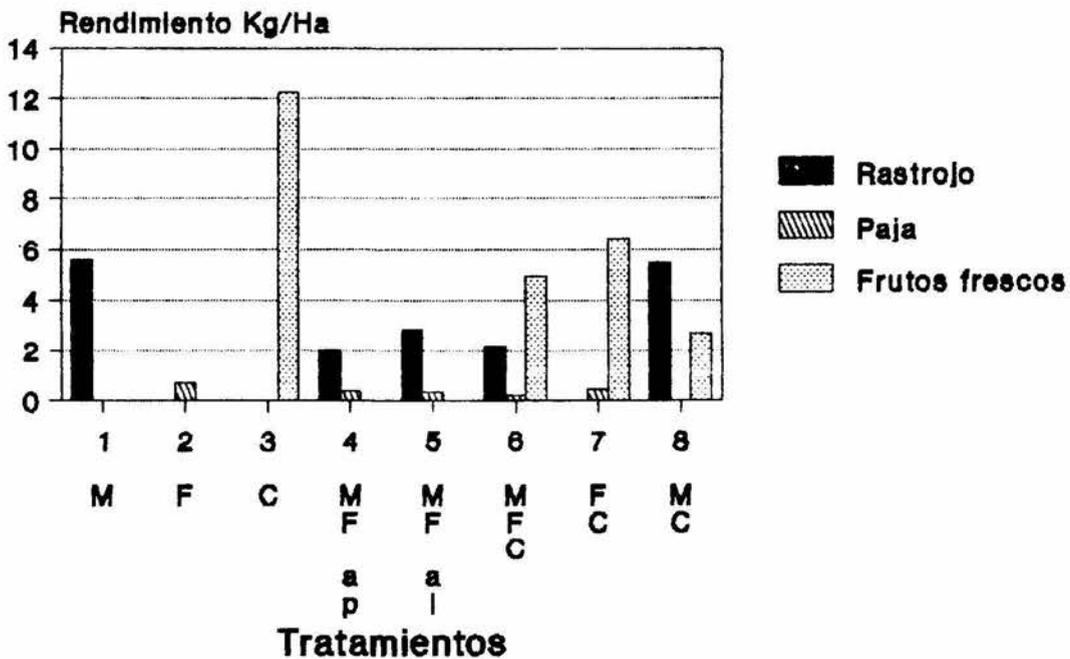
TRATAMIENTO	MAZORCAS/PARCELA UTIL	\bar{x} MAZORCAS /PLANTA	PLANTAS CON 2 MAZORCAS
1 M	138.0a	0.90a	7.5a
4 MFap	54.5b	1.20a	10.2a
5 MFal	73.5b	1.14a	9.0a
6 MFC	54.7b	1.13a	10.2a
8 MC	125.2a	1.3 a	6.7a
C. V. %	11.34	31.63	44.35

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

**Gráfica No. 1 Producción de Grano:
Asociación de Cultivos
ciclo primavera-verano 1990.**



**Gráfica No. 2 Producción de Esquilmos:
Asociación de Cultivos
ciclo primavera-verano 1990.**



Cuadro VII: Componentes del rendimiento de frijol. Valores promedio. Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.

TRATAMIENTO	VAINAS/PLANTA	GRANOS/PLANTA	\bar{x} GRANOS /VAINA
2 F	23.7a	71.2a	3.0a
4 M _{Fap}	22.5a	70.0a	3.0a
5 M _{Fal}	18.0a	51.5a	2.7a
6 M _{FC}	15.7a	43.7a	2.7a
7 FC	21.2a	54.2a	2.5a
C. V. %	24.79	30.78	13.44

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro VIII: Componentes del rendimiento de calabaza. Valores promedio. Asociación de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.

TRATAMIENTO	NO. FRUTOS	\bar{x} FRUTOS/ PLANTA	FRUTOS MADUROS	FRUTOS INMADUROS
3 C	34.7a	2.0a	33.2a	1.5a
6 M _{FC}	18.5bc	1.0bc	14.7b	3.7a
7 FC	22.2ac	1.2ac	19.2b	3.0a
8 MC	12.7bc	0.6bc	9.7b	3.0a
C. V. %	24.55	25.96	23.30	71

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Area foliar.

El área foliar no presentó diferencia estadística entre tratamientos, ni en maíz ni en frijol en ninguno de los dos muestreos; lo que nos indica que dicha área o no estuvo influenciada por el tratamiento, o bien el tamaño de la muestra fue tan pequeño que no permitió detectar diferencias.

Al analizar los resultados del Cuadro IX, encontramos que en el frijol hubo un incremento considerable del área foliar en el segundo muestreo (floración); mientras que en el maíz por el contrario, hubo un ligero decremento en el segundo muestreo (llenado de grano).

Cuadro IX: Area foliar media de maíz y frijol. Asociación de de cultivos. Sandoval, Ags. 1990.

MUESTREO Y EDAD DE PL. días	TRATAMIENTO	AREA FOLIAR/PLANTA (CM ²)	
		Maíz	Frijol
1er	1 Maíz	3,478a	
	2 Frijol		573a
	4 M-Fap	3,062a	651a
60 maíz	5 M-Fal	4,050a	481a
	6 M-F-C	3,528a	645a
35 frijol	7 F-C		586a
	8 M-C	3,399a	
	C. V. %	13.94	32.46
2o	1 Maíz	3,237a	
	2 Frijol		1,341a
80 maíz	4 M-Fap	3,386a	1,087a
	5 M-Fal	3,285a	1,395a
60 frijol	6 M-F-C	2,997a	1,254a
	7 F-C		1,286a
	8 M-C	3,326a	
	C. V. %	10.05	22.13

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Datos climatológicos.

En general, los datos climatológicos registrados para el año 1990, se encuentran dentro de los rangos adecuados para el desarrollo de los cultivos maíz, frijol y calabaza; ya que sus requerimientos oscilan entre 20 y 30°C, y de 300-1500 mm de precipitación.

La temperatura máxima promedio fue de 26.9°C y la mínima de 8.5°C. La precipitación anual fue de 736 mm, de los cuales 675 llovieron de julio a octubre, que es la época de desarrollo de los cultivos. La evaporación real fue alta a lo largo del año (208 mm en promedio mensual), pero en el mes de julio cuando las lluvias se presentaron más constantes y hasta noviembre cuando dejó de llover, la evaporación disminuyó sensiblemente, aunque no por ello dejó de ser alta (ver Gráficas 3 y 3a).

Porcentaje de humedad edáfica.

En las Gráficas No. 4 - 11 puede apreciarse el porcentaje de humedad que tuvo el suelo a lo largo del ciclo de cultivo, así como también se encuentra indicado el porcentaje de agua al punto de marchitez permanente y a la capacidad de campo, relacionándolos con los días a floración de cada una de las tres especies.

Puesto que hubo una alta precipitación, el suelo siempre contuvo agua por arriba del punto de marchitez permanente, así las plantas tuvieron en forma constante agua aprovechable, sobre todo en las etapas de mayor demanda como es la floración y el llenado de grano.

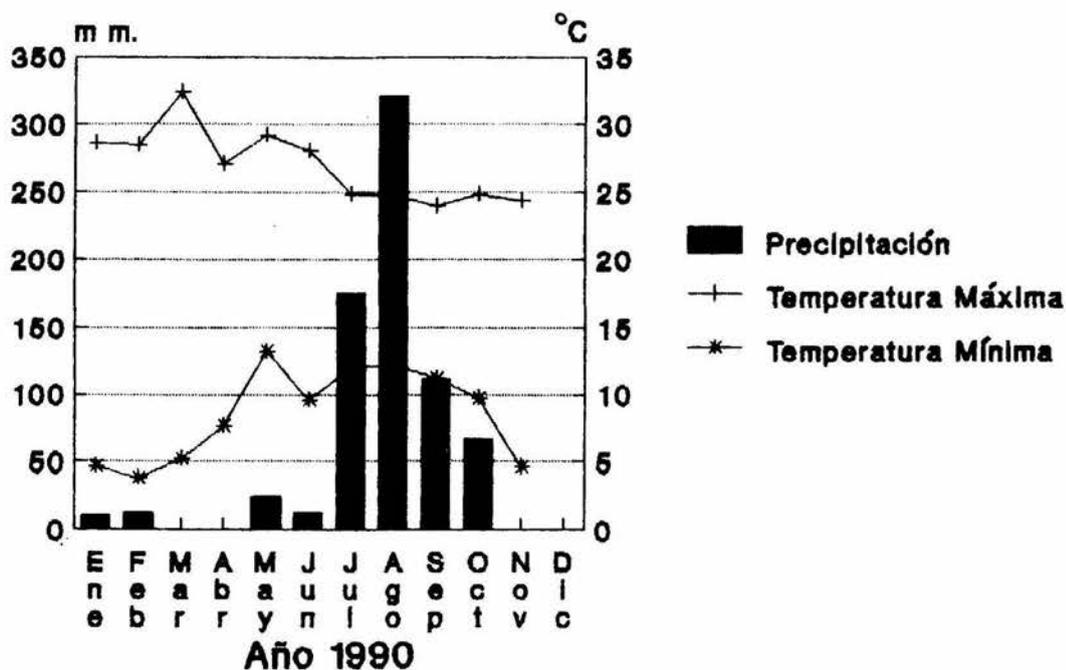
Análisis físico-químico del suelo.

En términos generales, se trata de suelos con textura migajón-arenosa, que se encuentran sobre terrenos casi planos. Con cierta retención de humedad considerando que son someros (0-30 cm) y descansan sobre tepetate, por lo que tienen un drenaje deficiente.

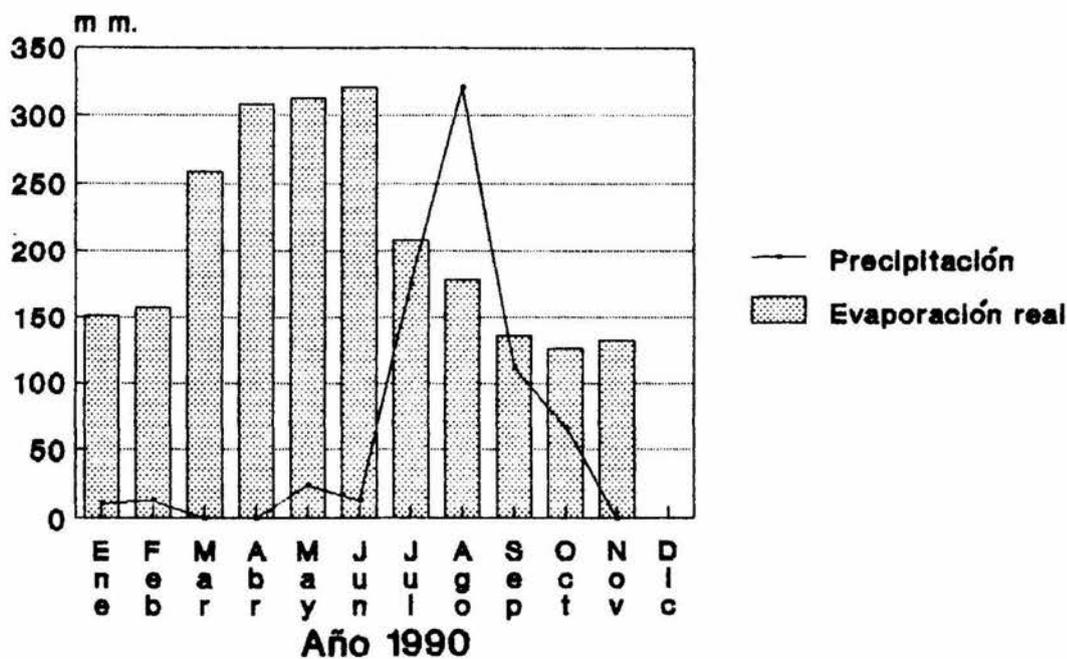
Presentan pH moderadamente ácido que permite un buen desarrollo de los cultivos; son pobres por los bajísimos contenidos de materia orgánica, pero con un buen contenido de nutrimentos primarios como K y P, y secundarios como Ca y Mg, aunque bajos en N. No tienen problemas de salinidad.

En el Cuadro X se encuentran los resultados de los análisis físico-químicos que se le practicaron al suelo donde se desarrolló el experimento. Se realizaron en dos momentos: antes de la siembra y después de la cosecha.

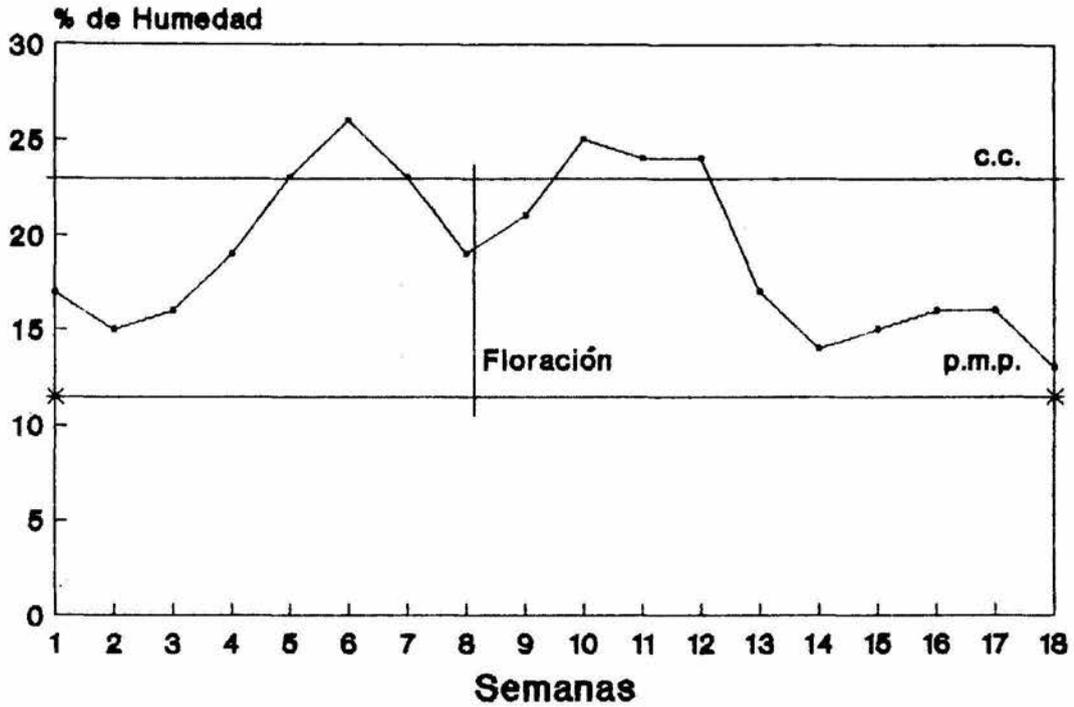
**Gráfica No. 3 Datos Climatológicos:
Estación Meteorológica Sandoval, Ags.
S.A.R.H. ciclo primavera-verano.**



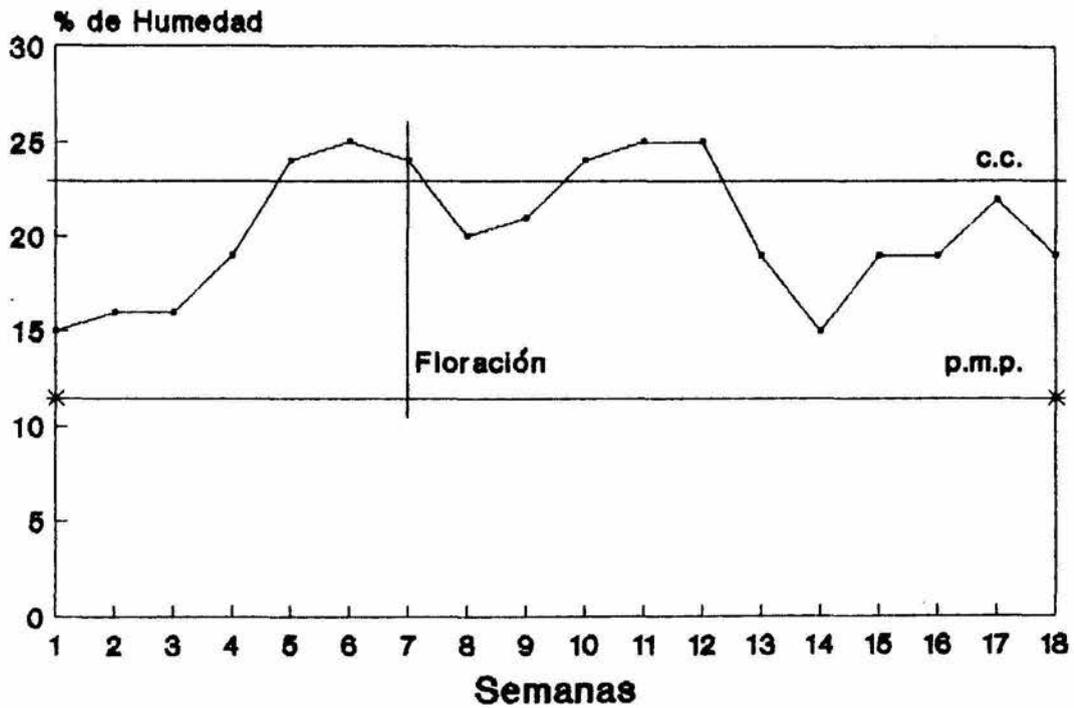
**Gráfica No. 3a Datos Climatológicos:
Estación Meteorológica Sandoval, Ags.
S.A.R.H. ciclo primavera-verano.**



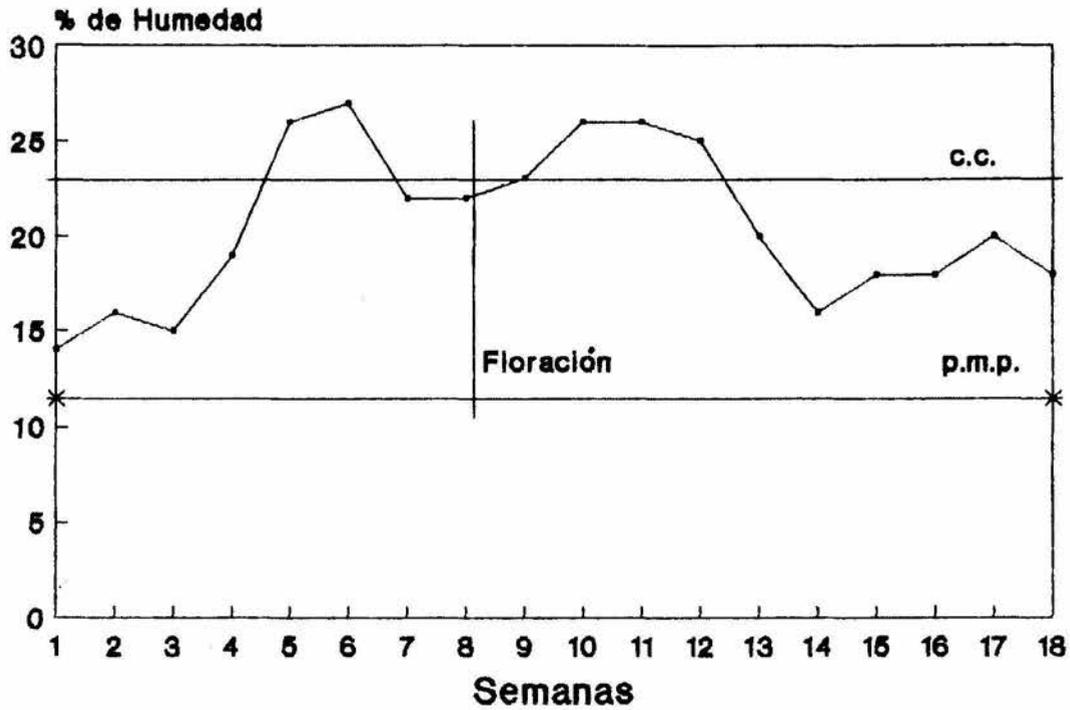
Gráfica No. 4 Porcentaje de Humedad Edáfica. Maíz



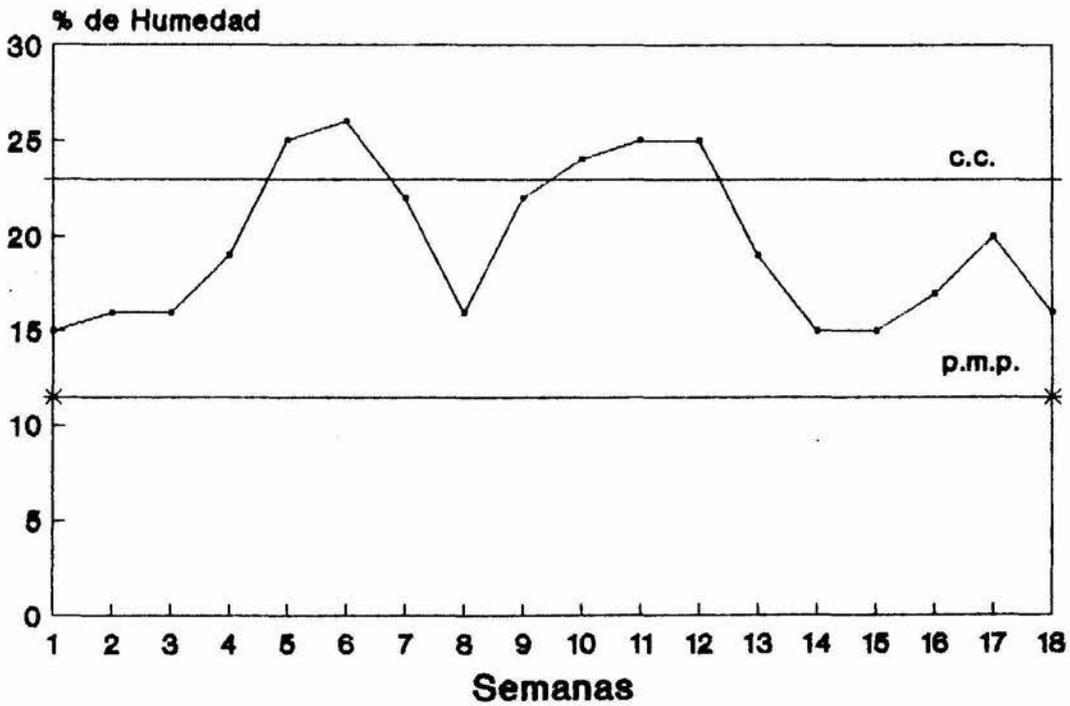
Gráfica No. 5 Porcentaje de Humedad Edáfica. Frijol



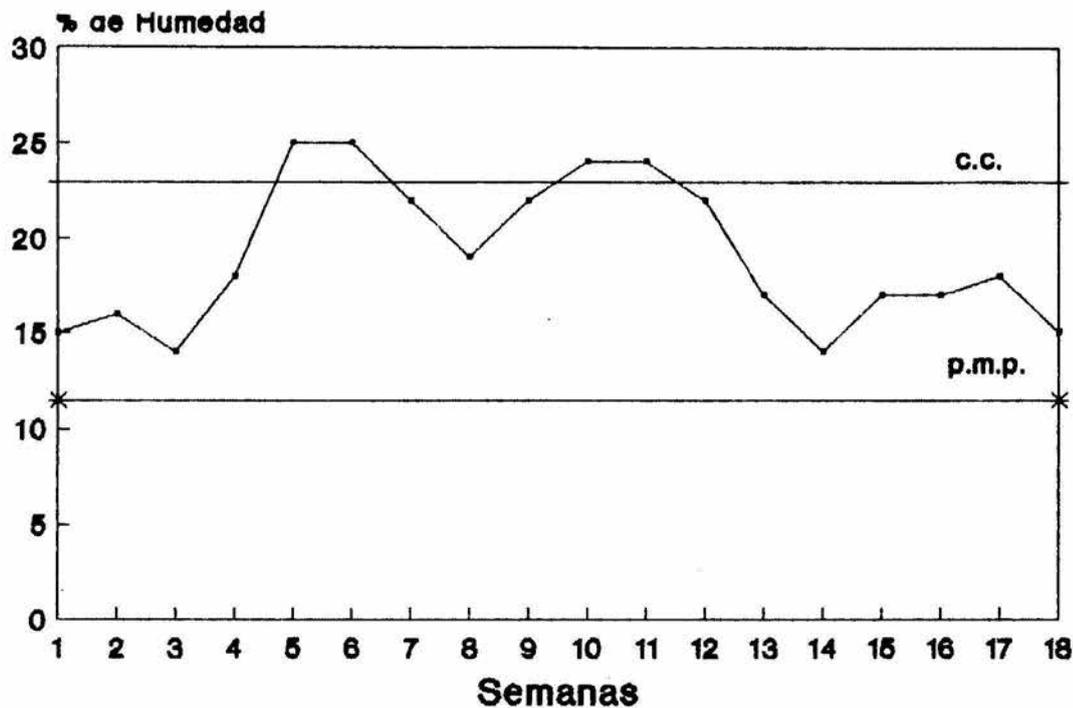
Gráfica No. 6 Por ciento de Humedad Edáfica. Calabaza



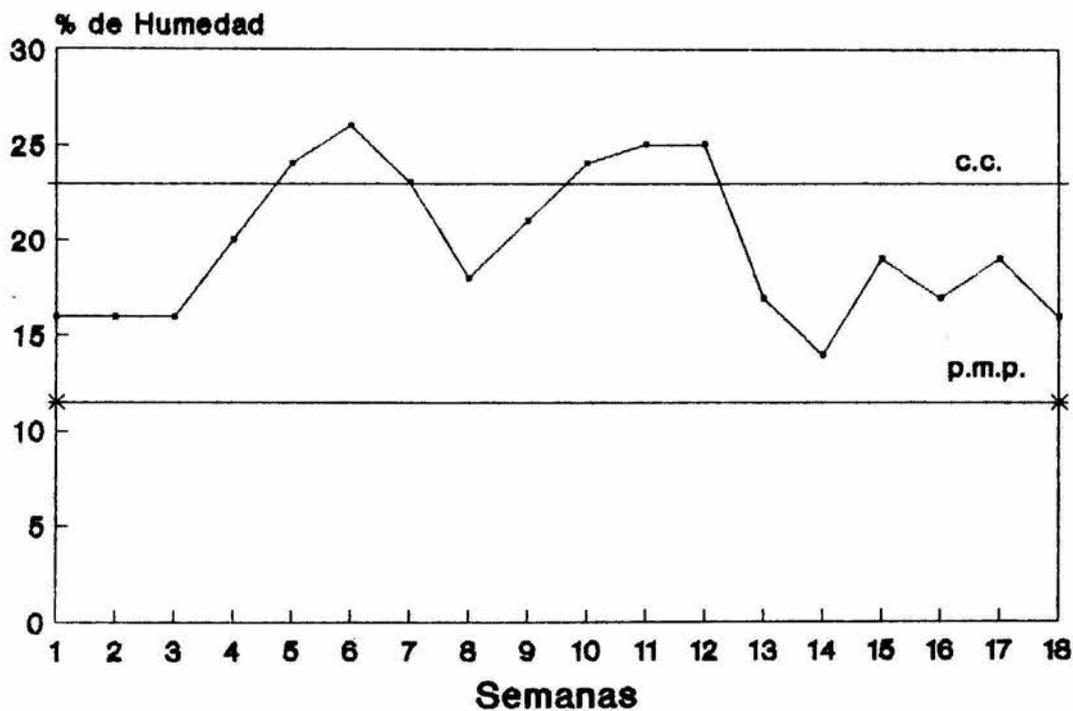
Gráfica No. 7 Por ciento de Humedad Edáfica. Maíz-Frijol (ap)



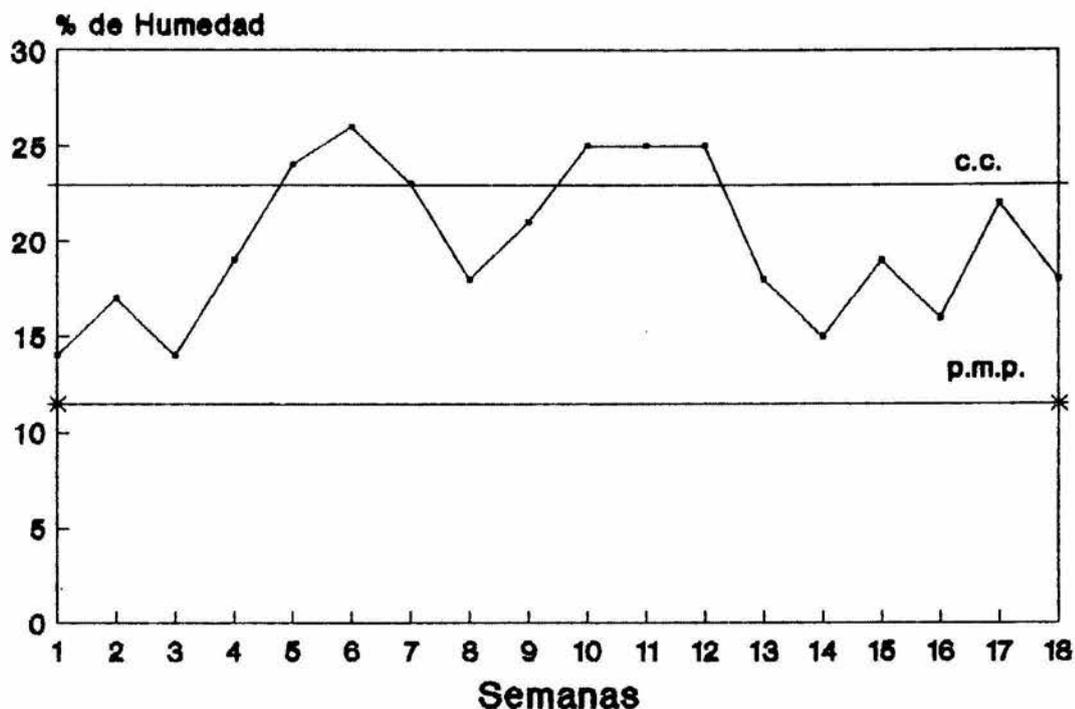
Gráfica No. 8 Porcentaje de Humedad Edáfica. Maíz-Frijol (al)



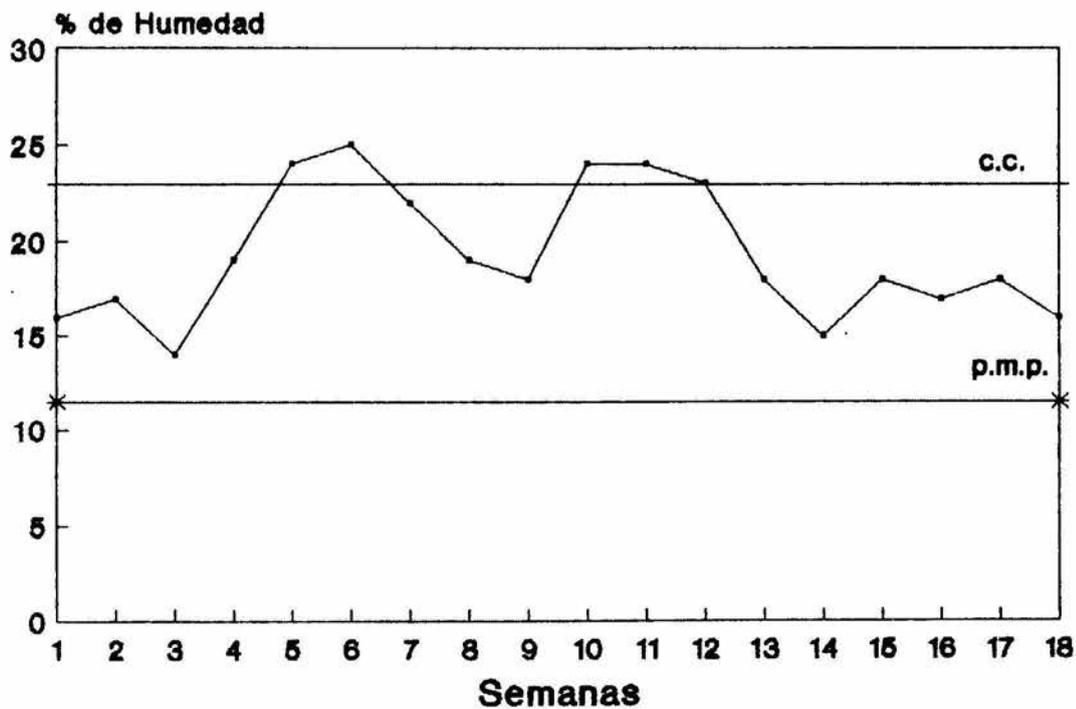
Gráfica No. 9 Porcentaje de Humedad Edáfica. Maíz-Frijol-Calabaza



Gráfica No. 10 Porciento de Humedad Edáfica. Frijol-Calabaza



Gráfica No. 11 Porciento de Humedad Edáfica. Maíz-Calabaza



Area Equivalente de Tierra (AET).

En el Cuadro XI se encuentran los índices de área equivalente de tierra (AET) calculados para todos los tratamientos de prueba.

Puede observarse que en todos los tratamientos la asociación se justifica, es decir que conviene más asociar que sembrar las especies solas.

Se calculó también la proporción de área que debería sembrarse en forma de unicultivo, de cada especie, para obtener el mismo rendimiento que en una hectárea en asociación.

El análisis de varianza para esta variable indica, que no hay significancia entre los tratamientos.

Análisis económico.

El cuadro XII contiene el presupuesto parcial para este estudio. Se aprecia que hay tratamientos, como el unicultivo de calabaza, donde el costo variable (inversión extra) es muy baja, apenas de \$ 6,440.00/Ha, el beneficio neto es el mejor de todos los que arrojan los ocho tratamientos, y es también el de mayores rendimientos. Pero al seguir analizando el cuadro, observamos que la relación positiva antes mencionada, no se mantiene igual en los demás tratamientos, es decir, no necesariamente existe una relación directamente proporcional entre: costo variable, beneficio neto y rendimiento. Existe el caso contrario al unicultivo de calabaza, se trata del frijol, cuyos costos variables son altos (\$ 330,000.00), ocupa el 5o. lugar, mientras que en beneficios netos y rendimiento ocupa el último lugar, es el tratamiento con menos producción y menos recuperación de la inversión.

Cuadro X: Análisis físico-químico del suelo. Datos promedio de 5 muestras. Sandoval, Ags. 1990.

PRUEBA	ANTES DE SIEMBRA Jul. 1990	DESPUES DE COSECHA Nov. 1990
% de arena	54.5	=
% de limo	30.49	=
% de arcilla	14.54	=
Clase textural	migajón arenoso	=
Dens. Apa. gr/cm ³	1.50	=
Dens. Rea. "	2.65	=
Espacio poroso %	43.39	=
Cap. de campo "	22.91	=
Pun. march. perm. %	11.45	=
Materia orgánica "	0.84 *	0.59 **
pH (1:2)	5.86	5.76
Ca ppm	1 600 1	=
K "	250 "	=
Mg "	22.4 2	25 2
P "	30 "	22.4 "
N nítrico "	5.4 "	3 3
N amoniacal "	12 3	25.8 2
Cond. elec. mmhos/cm	0.93	1.75
Na intercambiable %	5.20	7.79 N
Na meq/lt	6.06	12.09
Ca "	1.96	3.71
Mg "	1.32	1.69
Cationes tots. "	9.34	17.5
Carbonatos "	0.0	=
Bicarbonatos "	1.0	1.10
Cloruros "	1.41	2.01
Sulfatos "	1.34	5.12
Aniones tots. "	3.75	8.23

* pobre ** extremadamente pobre
 1 alto 2 medio 3 bajo Normal

Nota: realizó el Laboratorio de Análisis Físico-Químicos de Suelos del Distrito de Desarrollo Rural No. 01 Pabellón de Arteaga, Ags. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Cuadro XI: Valores promedio del Índice de Area Equivalente de Tierra (AET). Asociación de cultivos. Sandovalés, Ags. 1990.

TRATAMIENTO	INDICE (AET)	PROPORCION DE AREA Has.
4. M-Fap	1.08a	0.54
5. M-Fal	1.07a	0.53
6. M-F-C	1.20a	0.40
7. F-C	1.30a	0.65
8. M-C	1.13a	0.56
C. V. %	14.68	

Nota: tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Cuadro XII Análisis económico: presupuesto parcial. Asociación de cultivos. Sandovalés, Ags. 1990.

TRAT.	RENDIMIENTO ajustado al 10% *	COSTOS VARIABLES totales \$/Ha	BENEFICIO NETO \$/Ha
1M	8,900	140,000	2'149,779
2F	2,025	330,000	1'468,458
3C	12,658	6,440	2'511,828
4M-Fap	4,751	385,000	1'716,394
5M-Fal	5,773	235,000	1'896,155
6M-F-C	9,417	391,440	2'122,242
7F-C	8,103	336,440	2'333,865
8M-C	11,282	146,440	2'478,017

* En todos los tratamientos se sumaron grano y esquilmo y, en las asociaciones se tomó el rendimiento combinado (especie A + especie B).

VII. DISCUSION

Días a emergencia.

Se puede observar, que las tres especies tardaron unos días más en salir a la superficie que los marcados como característicos para cada variedad (Cuadros I, II y III). El maíz salió a los 11 días en vez de 9, el frijol a los 12 días en vez de 10 y la calabaza a los 11 días en vez de 8. Esto podría atribuirse a que la semilla tardó un poco más en absorber el agua requerida, ya que a pesar de que se sembró en húmedo y continuaron las lluvias, la evaporación fue alta (Gráfica 3a), y además, se tuvieron deficiencias en el tapado de la semilla, la cual no tuvo encima el suelo húmedo necesario. Lo anterior se reflejó en la heterogeneidad de la emergencia en todas las unidades experimentales, sobre todo en el frijol.

Al no haber diferencia estadística entre los tratamientos para esta variable, se confirma que el tiempo que tarda la plántula en emerger, sólo está influenciado por los factores externos como agua, oxígeno, temperatura, luz y condiciones físicas del suelo. Es decir, hay una estricta interacción genotipo-ambiente.

Días a floración (inicio y 100%).

Se encontró diferencia estadística para el inicio de floración de la espiga de maíz (Cuadro I) entre los tratamientos M-F-C y M-C. Ambos poseen maíz y calabaza, sólo uno de ellos tiene frijol. Podría pensarse que el frijol está influyendo la floración del maíz, pero no puede atribuirse tal efecto al tratamiento puesto que, en aquéllos otros donde interaccionan maíz y frijol, dicha diferencia no existe. Es más factible pensar en la variabilidad inherente de los individuos, debido a que la significancia estadística es muy pequeña, y se trata de un carácter determinado genéticamente.

Ahora bien, la floración del frijol (Cuadro II), 42 días en promedio, va de acuerdo a la señalada por Acosta (1982) de 35 a 43 días como típicos de la variedad Bayo Madero. Por su parte, la floración de la calabaza Criolla de Agua, 52 días en promedio, coincide con la encontrada por Gaytán (1988) de 50 a 55 días para la misma variedad. Mientras que para el maíz, la floración se retrasó 4 días en promedio (67 en la espiga y 69 en la mazorca), respecto a lo señalado por Peña *et al.* (1987) de 63 días para la espiga y 64 para la mazorca, para esta misma variedad VS-202. Este retraso que en realidad es pequeño, puede atribuírsele a la

abundante humedad disponible que siempre tuvieron los cultivos (dada la alta precipitación) ya que la planta tiende a prolongar su desarrollo, en cierta medida, para captar humedad.

Días a madurez fisiológica.

La diferencia estadística que se encontró entre los tratamientos M-Fap y M-C en cuanto a la madurez del maíz (Cuadro I), no puede inferirse que se deba a una interacción del maíz con el frijol y con la calabaza, ya que no se evidencia en los otros tratamientos donde el maíz interacciona también con frijol en forma alternada (M-Fal) y con ambos cultivos frijol y calabaza (M-F-C). Dicha diferencia es muy pequeña, por lo que puede atribuirse a la variabilidad propia de los organismos vivos.

A su vez, la calabaza no presentó diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro III), ya que alcanzó la madurez a los 115 días en promedio, dentro del rango conocido como característico de las cucurbitáceas que va de 115 - 125 días señalada por Berlijn (1987a) y el reportado por Gaytán (1988) de 115 días en promedio, para esta misma variedad.

En cuanto a la madurez del frijol, éste tampoco mostró diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro II).

Por otra parte, tanto el frijol como el maíz alargaron unos días sus respectivos ciclos. El maíz llegó a su madurez a los 120 días en promedio, cuando Peña *et al.* (1987) señalan 105 días para la variedad VS-202. El frijol llegó al final de su ciclo a los 93 días en promedio, mientras que Acosta (1982) indica de 79 - 87 días para el frijol Bayo Madero. Tal vez, al haber aún humedad suficiente en el suelo, prolongaron su desarrollo para absorber ésta y continuar el llenado del grano, pero obviamente este aplazamiento no podía durar más de lo determinado por el factor genético.

Altura final de planta.

En lo tocante a la altura final de la planta, no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, para ninguna de las especies estudiadas (Cuadros I, II y III).

En todos los tratamientos el frijol rebasó la altura que reporta Acosta (1982) de 0.31m en promedio para esta misma variedad, ya que osciló entre los 0.33 y 0.38m. El maíz superó también el rango determinado por Peña *et al.* (1987) de 1.10 - 1.70m como típico de esta variedad, puesto que fluctuó de los 2.05 a 2.22m. Por último, la calabaza se mantuvo dentro de los caracteres de una planta rastrera alcanzando 0.51m en promedio.

Lo anterior pudo deberse, en mucho, a la disponibilidad de agua que siempre existió durante todo el ciclo de cultivo, ya que mientras las condiciones ambientales cubran satisfactoriamente los

requerimientos de las plantas, éstas expresan mejor su desarrollo potencial.

La mayor altura que alcanzaron el maíz y el frijol, no puede estar influenciada por la competencia por luz, ya que ésta tiende a expresarse en un desarrollo foliar más o menos abundante. Por otro lado, la calabaza es la especie que sufre la competencia más fuerte por luz dado su hábito de crecimiento rastrero, sin embargo, fue la única que no rebasó la altura media.

Todos los caracteres agronómicos (emergencia, floración, madurez y altura de planta) aquí evaluados, no fueron influenciados en ninguna de las tres especies, maíz, frijol y calabaza, por el hecho de haber estado asociadas. Esto coincide plenamente con lo reportado por Ramírez (1981), quien afirma que estos caracteres son resultado de procesos fisiológicos determinados genéticamente y afectados a su vez, por factores ambientales.

Daño por plagas y enfermedades.

Hubo gran diversidad de insectos en todas las parcelas experimentales, sobre todo, en las asociaciones. Pero ninguna de dichas poblaciones fueron tan grandes ni tan agresivas como para considerárseles dañinas. Es decir, los insectos consumieron follaje, sobre todo del frijol, pero tal consumo fue en un porcentaje inapreciable que no podía ser tratado como de importancia económica, esto es, que afectaran directa y detrimentalmente el rendimiento.

Varios autores, entre ellos Hernández (1989) y Sánchez (1987) han encontrado que en los cultivos asociados la diversidad de insectos tiende a incrementarse (tanto en los mismos cultivos como en las malezas), como resultado de una mayor diversidad vegetal, que a su vez propicia una disminución de enemigos naturales al ampliarse la gama de posibles alimentos, sin ser una regla estricta para todo tipo de insectos que conviven con y/o atacan a los cultivos. De aquí se desprende la idea de que se pudiese facilitar el control biológico.

Con relación a las enfermedades evaluadas, se cree que la severidad del ataque de la roya al frijol no estuvo influenciada por la asociación con otro cultivo, puesto que la incidencia de la enfermedad fue similar tanto en monocultivo como en asociación en las dos etapas evaluadas (no se encontró significancia entre tratamientos, Cuadro IV). Aunque sí se pudo apreciar una disminución del rendimiento: hubo un déficit en el llenado de grano, dado que el frijol fue atacado desde la floración, y dicho ataque aumentó conforme el desarrollo del cultivo se fue dando. Fue imposible hacer una evaluación del porcentaje en que disminuyó el rendimiento a causa de la roya, debido a que el diseño experimental así como la propia investigación no lo permitieron. Sin embargo, se presupone que el ataque fue frenado, en cierto grado, por la resistencia que posee esta variedad a la roya.

Por otra parte, sólo se hicieron observaciones respecto a la incidencia de la antracnosis en el frijol, ya que la presencia de ésta pudo observarse en plena madurez y se confundió con ella, por lo que la evaluación no hubiera sido fiel. Lo que sí pudo advertirse fue, que tal enfermedad ocasionó una merma en la calidad del grano de frijol ya que éste presentó manchas cafés que lo hacen bastante desagradable a la vista.

Por último, se evaluó la incidencia de la cenicilla en la calabaza, encontrándose diferencia altamente significativa entre los tratamientos C y M-C, esto podría indicar que la asociación reduce en cierto grado la incidencia de la enfermedad, pero no puede afirmarse porque en las asociaciones M-F-C y F-C esto no se evidenció (Cuadro IV). A pesar de la enfermedad, el rendimiento de la calabaza no se vió afectado, debido a que el ataque ocurrió al iniciar la madurez, momento en el cual los frutos y las semillas ya estaban formados.

En general, los datos aquí obtenidos se consideran incompletos para poder acercarse a lo encontrado por Lépiz (1974): "la asociación frena, en cierto grado, la proliferación de plagas y enfermedades para cualquiera de los cultivos que se asocien". Tampoco puede intuirse que: "la asociación reduce la incidencia de enfermedades", tal y como lo reporta Ayala (1986).

Componentes del rendimiento.

M A I Z

a) Rendimiento de grano. A pesar de que el unicultivo de maíz mostró diferencia altamente significativa (Cuadro V) con los tratamientos M-Fap y M-F-C, se aprecia que el unicultivo supera considerablemente a todas las asociaciones, en cantidad de grano producido por hectárea. Lo cual indica que el maíz se desarrolla ampliamente al no tener que competir por luz, agua y nutrimentos con ninguna otra especie. Esto se confirma al observar que, tanto el unicultivo de maíz como la asociación M-C tienen la misma densidad poblacional, 40 mil Pl/Ha, (ver Tabla C) y la producción del unicultivo de maíz sigue siendo mayor que en la asociación M-C. Es claro que al asociar especies, se reduce el número de plantas por hectárea, puesto que ahora una misma área deberá ser compartida por varios cultivos, lo que a su vez repercutirá en una disminución de la producción de ambos.

El unicultivo de maíz supera a las asociaciones en lo que a rendimientos unitarios (individuales, por especie) se refiere, pero los rendimientos combinados (suma de los rendimientos de las especies asociadas) de las asociaciones, no superan nunca al unicultivo de maíz, pero sí al de frijol y de calabaza.

Todo lo anterior coincide con las observaciones hechas por: Lépiz (1974), Gliessman y Amador (197?), Solórzano (1977), Krishnamurthy (1984) y Muñoz (1986), entre otros. Ellos señalan

que los rendimientos unitarios del maíz en asociación, son menores que los obtenidos al sembrarlo solo, debido a la competencia inter-específica por nutrimentos, agua y luz. Por su parte Lépiz (*idem*) y Krishnamurthy (*idem*), indican que una alta densidad de población del frijol, reduce los rendimientos del maíz.

Se debe hacer notar, que los rendimientos obtenidos en este estudio son, con mucho, mayores que los reportados por la S.A.R.H. (1986-1989) de 350 - 370 Kg/Ha como rendimientos promedio de la zona. También superan a los encontrados por Gaytán (1988) de 1,508 Kg/Ha para la misma variedad (ver Tabla A), como promedio de tres años de estudio en la misma localidad. Y por último los señalados por Peña *et al.* (1987) de 400 - 1,200 Kg/Ha para la variedad VS-202. Sin embargo, es necesario tomarlos con reserva, debido a que 1990 fue un año atípico, ya que la precipitación en los meses de julio a octubre (periodo de desarrollo de los cultivos), fue de 675 mm, mucho más alta que el promedio de un clima semiseco (500 mm), y el promedio de los años en que Gaytán (1988) realizó sus investigaciones (346 mm para los mismos meses) (ver Tabla A).

b) Rendimiento de rastrojo. La diferencia estadística altamente significativa que mostraron el unicultivo de maíz y la asociación M-C, con el resto de las asociaciones: M-Fap, M-Fal y M-F-C (ver Cuadro V), corrobora la competencia que se ejerce entre el maíz y la especie o especies con la que se asocia. Sin olvidar, por supuesto, que la producción se reduce por la menor densidad poblacional, manejada necesariamente en los cultivos asociados.

Por otra parte, los rendimientos de rastrojo reportados por Peña *et al.* (1987) de 1,000 - 2,000 Kg/Ha como característicos para la variedad VS-202, son menores que los obtenidos en este año de estudio, exceptuando el tratamiento M-Fap que se mantiene en dicho rango con 1,933 Kg/Ha (ver Cuadro V). Asimismo, los rendimientos reportados por Gaytán (1988) de 4,417 Kg/Ha como promedio de tres años de estudio (ver Tabla B), fueron también superados en este año lluvioso. No hay que perder de vista que la precipitación en 1990 fue muy alta con respecto al promedio, por lo que en el suelo siempre hubo agua disponible para las plantas, a pesar de la alta evaporación (ver Gráficas No. 4 - 11).

c) Otros componentes del rendimiento. En cuanto al promedio de mazorcas por planta y al número de plantas con dos mazorcas, donde no presentan diferencia estadística los tratamientos, se deduce que tales caracteres son de orden genético y no se encuentran influenciados por la asociación. Ramírez (1981) con un estudio sobre diferencias morfológicas en maíz y frijol asociados, encuentra que la morfología de la planta de maíz no es influenciada por ningún sistema de siembra.

En cuanto al número de mazorcas por parcela, el unicultivo resultó estadísticamente igual a la asociación M-C, y a su vez éstos, presentan una diferencia altamente significativa con el

resto de las asociaciones: M-Fap, M-Fal y M-F-C. Lo anterior hace suponer que tal diferencia se debe a la densidad poblacional que se maneja en cada tratamiento, puesto que al observar el número de mazorcas por parcela (ver Cuadro VI) y la densidad poblacional (ver Tabla C), es claro que guardan cierta proporción. En el unicultivo y en la asociación M-C, se tienen 40 mil Pl/Ha y casi el mismo número de mazorcas; las asociaciones M-Fap y M-F-C tienen 16 mil Pl/Ha y el número de mazorcas es igual. Por último, la asociación M-Fal con 20 mil Pl/Ha tiene aproximadamente la mitad de mazorcas que el unicultivo. el cual tiene el doble de plantas.

F R I J O L

a) Rendimiento de grano. No obstante la diferencia altamente significativa (ver Cuadro V), que muestra el frijol en unicultivo con las asociaciones M-Fal y M-F-C, se observa claramente que el unicultivo rebasa ampliamente a todas las asociaciones en cantidad de grano producido por hectárea. Esto muestra que el frijol se desarrolla plenamente cuando se encuentra libre de competencia por luz, agua y nutrientes. Lo cual se confirma al observar que, a pesar de estar sembrado con la misma densidad poblacional -68 mil Pl/Ha solo y asociado- (ver Tabla C), el rendimiento se reduce conforme la interacción entre las especies aumenta, con excepción del tratamiento M-Fal en donde obviamente se encuentra con la mitad de plantas (34 mil Pl/Ha).

El frijol compite poco por luz con la calabaza y más por agua y nutrientes, lo que hace que al estar asociado a ésta su rendimiento disminuya sensiblemente. Mientras que con el maíz el frijol compite fuertemente por luz, y al asociarse a él su producción disminuye enormemente, siendo más marcada tal disminución cuando están sembrados en el mismo surco que cuando están intercalados.

Lo anterior coincide con las observaciones hechas por Lépiz (1974), Gliessman y Amador (197?), Solórzano (1977), Krishnamurthy (1984) y Muñoz (1986), entre otros. Ellos señalan, que los rendimientos unitarios del frijol en unicultivo son mayores que los obtenidos en asociación, debido a la competencia inter-específica por luz, agua y nutrientes. A su vez Lépiz (*idem*) y Krishnamurthy (*idem*), indican que una alta densidad de población de maíz reduce los rendimientos del frijol.

Cabe mencionar, que los rendimientos obtenidos en este estudio son mayores que los reportados por la S.A.R.H. (1986-1989) de 190 - 240 Kg/Ha como rendimientos promedio de la zona, y también superan a los encontrados por Gaytán (1988) para esta misma variedad de 809 Kg/Ha en promedio de tres años de estudio en la misma localidad (ver Tabla A). Por último, los señalados por Acosta (1982) para la variedad Bayo Madero de 604 - 1,499 Kg/Ha no fueron superados por ninguno de los tratamientos de estudio porque, a pesar de que la planta tuvo agua disponible y la aprovechó desarrollando profusamente el follaje, la roya que la atacó, produjo una defoliación temprana, afectando la formación del grano y, por consiguiente, el rendimiento disminuyó.

b) Rendimiento de paja. La diferencia estadística altamente significativa que presentó el unicultivo de frijol con las asociaciones M-Fal y M-F-C (ver Cuadro V), indica nuevamente la competencia que ejercen el maíz y la calabaza al asociarlas con el frijol.

Por otra parte, el rendimiento de paja reportado por Gaytán (1988) de 828 Kg/Ha (ver Tabla B) como promedio de tres años de estudio, son mayores que los obtenidos en este trabajo, ni siquiera el unicultivo lo iguala.

c) Otros componentes del rendimiento. El número de vainas por planta, el número de granos por planta y el promedio de granos por vaina, no mostraron diferencia estadística (ver Cuadro VII) entre tratamientos, es decir, no hay una influencia directa de la asociación sobre estos caracteres, lo cual no concuerda con lo analizado por Ramírez (1981), quien sí encuentra una influencia negativa, debido a la presencia del maíz asociado, en el número de vainas por planta y número de semillas por planta.

En este año se observó que se formaron más vainas por planta (20 en promedio) con menos granos (3 en promedio) que los reportados por Acosta (1982) de 9 - 13 vainas por planta con 4 - 5 granos por vaina, típicos de la variedad. Para este caso pudo haber afectado la incidencia de la roya, es decir, la planta de frijol comenzó a desarrollarse ampliamente dada la disponibilidad de agua, pero por el ataque de la roya la formación de las semillas no concluyó, quedando muchas de ellas vanas.

C A L A B A Z A

a) Rendimiento de semilla. El unicultivo de calabaza mostró una diferencia altamente significativa con las asociaciones M-F-C y M-C (ver Cuadro V), a pesar de esto, se observa que el unicultivo produce más cantidad de semilla que el resto de los tratamientos, aún cuando la calabaza se mantiene siempre en la misma densidad poblacional, con 2 mil Pl/Ha sola y asociada (ver Tabla C). Se deduce, entonces, una competencia muy fuerte por luz, ya que el maíz sombrea enormemente los estratos más bajos, siendo por tanto altamente competitivo por este recurso; dado que la calabaza es rastrera y requiere de gran insolación, al estar sombreada por el maíz tiende a treparse a éste en busca de luz, por lo que el desarrollo de su follaje se vuelve raquíptico (pocas hojas y angostas), y por consiguiente se forman menos frutos. En cambio, con el frijol no se da esta misma competencia, ya que ambos ocupan los mismos estratos, medio y bajo del dosel; más bien la competencia que se establece es por agua y nutrientes ya que tienen un desarrollo radicular muy similar.

Lo anterior coincide con lo reportado por López (1986), quien concluye que la producción de la calabaza disminuye considerablemente al asociarse al maíz, debido a la fuerte

competencia por luz que ejerce el maíz sobre la calabaza, mientras que los rendimientos del maíz no se ven afectados por la presencia de la calabaza.

Por otra parte, la "variedad" Criolla de Agua no está caracterizada, por lo que sólo se cuenta con los datos de Gaytán (1988) como referencia, quien obtiene una producción promedio de semilla de 225 Kg/Ha (ver Tabla A), mismos que supera el unicultivo.

b) Rendimiento de frutos. Al existir diferencia altamente significativa entre el unicultivo de calabaza con las asociaciones M-F-C y M-C en cuanto a rendimiento de frutos (ver Cuadro V), se ratifica la fuerte competencia que ejerce el maíz sobre la calabaza, puesto que se forman muy pocos frutos. Por su parte el frijol, también ejerce competencia sobre la calabaza, aunque menos fuerte, que se demuestra con el menor número de frutos formados.

Los estudios efectuados por Gaytán (1988) indican que esta "variedad" produce en promedio 6,645 Kg/Ha de frutos frescos, que podrá ser mayor o menor dependiendo de las condiciones en que se desarrolle, tanto de competencia como de humedad. De los tratamientos de este estudio, únicamente la asociación F-C y el unicultivo de calabaza, rebasan este promedio.

c) Otros componentes del rendimiento. El número de frutos por parcela y el promedio de frutos por planta, tienen el mismo comportamiento, es decir, el unicultivo difiere estadísticamente de las asociaciones M-F-C y M-C. Mientras que en número de frutos maduros, el unicultivo tiene una diferencia altamente significativa con respecto a todas las asociaciones (ver Cuadro VIII). Todo esto confirma, nuevamente, que el desarrollo de la calabaza será mejor cuanto menor competencia inter-específica tenga, puesto que formará mayor número de frutos por planta. Esta relación decrecerá, conforme se asocie a frijol, a M-F y a maíz; en ese orden. Por último, respecto al número de frutos inmaduros, no hay diferencia estadística entre tratamientos, lo que indica que se trata de un carácter que no se encuentra influenciado por la asociación. Se trata, más bien, de un comportamiento común de la planta el no madurar todos los frutos, ya que su período de floración se prolonga al haber agua disponible, pero su ciclo biológico está ya determinado genéticamente. Por consiguiente no todos los frutos concluirán su desarrollo, aunque se puede apreciar una cierta tendencia, del número de frutos inmaduros, a incrementarse, cuando se asocia la calabaza tanto a frijol como al maíz.

Con base en los componentes del rendimiento evaluados para cada especie, y considerando que la asociación es practicada por productores de autoconsumo cuyo interés principal es asegurar el alimento familiar, puede decirse, a priori, que las mejores asociaciones son:

Primero M-Fap, que tiene una producción más o menos equilibrada de grano de maíz y frijol (bastante aceptable). Asimismo una buena producción de rastrojo y paja, los cuales pueden emplearse en la alimentación de animales propios o bien venderse y obtener ingresos extras.

Segundo M-Fal, que produce más grano de maíz en detrimento del frijol, aunque la cosecha de este último sigue siendo considerable. También se obtiene una cantidad importante de forraje.

Tercero M-F-C, que produce bajas cantidades de grano de los tres cultivos, los cuales, empero, se encuentran dentro de los rangos que se obtienen en la zona. Además de obtener los granos básicos y esquilmos, se obtiene pepita de la calabaza que es muy cotizada, sobre todo a la mitad del año; representaría entonces, un ingreso extra nada despreciable.

Lo anterior coincide con las conclusiones a las que llegan Linton (1948) y Moreno (1972), de que la asociación M-F es una buena alternativa que arroja una mayor producción de grano y forraje a nivel de subsistencia, en comparación a sus unicultivos; existe además, un mejor uso de los recursos del agricultor temporalero.

Por último, las asociaciones M-C y F-C se encuentran al mismo nivel, después de las anteriores, puesto que la producción de maíz en una y frijol en la otra tienden a ser similares que en unicultivo; mientras que la producción de la calabaza se ve disminuida, sobre todo por el maíz. Estas asociaciones tal vez no sean una alternativa muy atractiva, ya que solo se obtendría un cultivo básico; aunque la calabaza representa mayor ingreso.

Contrastando los rendimientos de maíz, frijol y calabaza que aquí se obtuvieron, con los obtenidos por Gaytán (1988) en años anteriores y en la misma zona (ver Tabla A), se puede deducir lo siguiente:

A) Cuando la precipitación es baja (1986-315 mm), se obtiene una escasa producción de maíz, frijol o calabaza sembrados en unicultivo, pero si se asocian, los rendimientos combinados son mayores.

B) Cuando la precipitación es media (1988-406 mm), se obtiene una buena producción de maíz, frijol y calabaza en unicultivo, que al asociarse se incrementa y el rendimiento combinado supera a los unicultivos de frijol y calabaza, excepto al de maíz.

C) Y cuando la precipitación es alta (1990-675 mm), se obtiene una producción mucho mayor de maíz, frijol y calabaza en unicultivo, que al asociarse se incrementa aún más, y el rendimiento combinado es mayor que los unicultivos de frijol y de calabaza, excepto el de maíz.

D) Al asociar dos o tres especies sí se reducen los riesgos de perder la cosecha, puesto que con una escasa precipitación cuando menos se obtiene un cultivo y su esquilmo, o en el peor de los casos, sólo el esquilmo. Cuando la precipitación es media o alta, se producen las dos o tres especies asociadas en cantidades por arriba de los promedios regionales obtenidos con unicultivos.

E) Con la asociación de cultivos, la producción tiende a volverse más estable y constante a largo plazo, tal y como lo señalan Gliessman y Amador (1977).

Area foliar.

Las plantas presentan una competencia por luz, ya que ésta se encuentra disponible en forma instantánea y debe ser captada de igual manera. Así, el área foliar es determinante en los procesos fotosintéticos, y por consiguiente, en la producción de materia orgánica y en el rendimiento agronómico.

Ahora bien, Velázquez (1973), Lépiz (1978), Acosta (1985) y Reta (1988), coinciden en señalar que, al haber una gran área foliar (en conjunto) en los cultivos asociados, hay una mayor intercepción de luz en comparación con los unicultivos, por tanto, se hace un uso mucho más eficiente de dicho recurso. Pero, por otro lado, cuando se siembran cultivos con diferente altura como en el caso de maíz y frijol, la intensidad luminosa disminuye verticalmente porque el más alto sombrea al más bajo. Así, en la asociación maíz-frijol, el primero desarrolla su mayor área foliar en la parte media y superior del dosel, mientras que el frijol lo hace en la parte media e inferior, repercutiendo en una disminución del rendimiento de ambas especies, en mayor grado sobre el frijol. Por su parte al asociarse la calabaza con maíz, éste compite fuertemente por la luz, ya que la calabaza desarrolla su mayor área foliar en la parte media e inferior del dosel, lo que ocasiona una considerable baja de la producción de calabaza y una ligera disminución del rendimiento del maíz.

Los resultados aquí obtenidos muestran que el área foliar no estuvo influenciada por la asociación (ver Cuadro IX), lo cual discrepa de lo reportado por Acosta (1985) quien sí encuentra disminución del área foliar, tanto en maíz como en frijol, por causa de la asociación. Sin embargo, Lépiz (1978) reporta que el área foliar de maíz y de frijol, no disminuye cuando se asocian una variedad de frijol con hábito de crecimiento determinado erecto o de hábito indeterminado semivoluble, con variedades de maíz precoz y de porte bajo o medio. En este estudio la variedad de maíz fue de porte medio y la de frijol de crecimiento arbustivo indeterminado, ambas precoces.

Por otra parte, el frijol tuvo un incremento considerable en el área foliar durante la floración, lo que puede explicarse por una mayor demanda de fotosintetatos en dicha etapa de desarrollo. En el caso del maíz hubo una ligera disminución en el área foliar

durante el llenado de grano, por iniciarse una senescencia de las primeras hojas y una considerable disminución del crecimiento en favor de la formación del grano.

Datos climatológicos.

El temporal de 1990 para esta zona se debe considerar atípico, ya que la precipitación promedio es de 500mm anuales, con lluvias mal distribuidas a lo largo del período de éstas. En este año en cambio, se tuvieron 736 mm anuales, de los cuales llovieron 675 mm a lo largo del ciclo de cultivo que va de julio a octubre (ver Gráficas 3 y 3a).

La humedad abundante favorece el desarrollo de las especies estudiadas, puesto que sus requerimientos de agua son: para el maíz de 300 - 1000 mm; para el frijol de 1000 - 1500, y para la calabaza de 500 - 600 mm. Desafortunadamente, no toda el agua que llovió fue aprovechada por los cultivos, ya que en esta zona se pierden grandes volúmenes por escurrimiento y evaporación.

En cuanto a la temperatura, ésta se presentó cálida (26°C en promedio). Fue benigna para el desarrollo de los tres cultivos, ya que sus requerimientos oscilan entre 20 y 30°C.

La evaporación real fue alta: 648.26 mm en los meses de julio a octubre, en comparación con la cantidad de lluvia en los mismos meses: 675 mm. Esto hace suponer una fuerte insolación, que se corrobora por la temperatura que en ese mismo lapso se mantuvo alrededor de los 25°C.

Porcentaje de humedad edáfica.

Se evaluó la humedad del suelo, precisamente con el fin de determinar el agua disponible para la planta a lo largo de su ciclo. Afortunadamente siempre hubo agua disponible, lo cual se reflejó en los altos rendimientos obtenidos en las tres especies, tanto de grano como de forraje, ya que medianamente se cubrieron los requerimientos de agua de los tres cultivos.

Como ya se mencionó, 1990 fue un año fuera de lo normal en cuanto a precipitación. Hacia la 10a, 11a y 12a semanas (correspondientes al mes de septiembre) llovieron 111.0 mm en suma, más lo que ya había llovido. El suelo sobrepasó su capacidad de campo, y dado que se trata de suelos delgados, el exceso de agua no pudo ser drenado y comenzó el escurrimiento lavándose el suelo, por su alta susceptibilidad a la erosión. Lo que coincide con Gómez (1981) quien hizo un amplio análisis sobre la agroclimatología del estado de Aguascalientes. La alta humedad ocasionó la aparición de las enfermedades fungosas, descritas anteriormente.

Análisis físico-químico del suelo.

El Cuadro X muestra un suelo migajón-arenoso donde sobresalen las arenas, por lo que el porcentaje de espacio poroso total es medio ya que predominan los macroporos. Estos facilitan la infiltración del agua de lluvia, así como la permeabilidad y percolación del suelo, pero a su vez, estas últimas cualidades están seriamente limitadas por la poca profundidad del perfil, la capa impermeable de tepetate y el bajísimo porcentaje de materia orgánica. Todo ello explica su baja capacidad de retención de agua, los fuertes escurrimientos cuando ocurren lluvias abundantes, y el consecuente arrastre y pérdida de la capa arable, así como también la escasa alimentación de los mantos freáticos.

Son suelos pobres, dado el bajísimo porcentaje de materia orgánica, ésta no se acumula por la escasa precipitación que impera en la zona, las temperaturas altas y la relativa desnudez semipermanente de los suelos, lo que también favorece la erosión eólica e hídrica. Al haber un bajo contenido de materia orgánica hay un descenso en la capacidad de intercambio catiónico total, puede decirse que ésta depende casi por completo del material arcilloso. El pH es moderadamente ácido, permite el desarrollo de los cultivos, ya que los nutrimentos primarios (N, P, K) y secundarios (S, Ca, Mg) se encuentran medianamente disponibles, mientras que los micronutrientes (Fe, Mn, B, Cu, Zn, Cl, Mo) están disponibles. Dicha acidez puede atribuirse al uso frecuente de fertilizante por un lado, y por el otro, a la baja capacidad amortiguadora del suelo debido a los bajos porcentajes de arcillas y materia orgánica. Es muy posible que los nutrimentos cuantificados (Ca, K, Mg, y Na) procedan en gran medida de los minerales del suelo (feldespatos), y en un porcentaje bajísimo de la poca materia orgánica que ahí se acumula.

Respecto a la conductividad eléctrica, es muy baja, lo que indica que el suelo no tiene problemas de salinidad. Por su parte, el porcentaje de sodio intercambiable es bajo, lo que representa una mayor formación de agregados por intervención de otros cationes divalentes, como Ca y Mg y una buena estructuración. Esto se confirma por el bajo contenido de bicarbonatos, puesto que éstos tienden a precipitar Ca y Mg en forma de carbonatos, lo que no ocurre en este suelo, ya que el contenido de los mismos resultó ser cero (Ortiz y Ortiz, *op. cit.*).

Al comparar los resultados de los análisis del suelo antes de la siembra y después de la cosecha, a primera vista parecería que el suelo se vió favorecido por la presencia de los cultivos, ya que algunos nutrientes como Ca, Mg, N amoniacal, Na y sulfatos, se incrementaron. Podría pensarse que hubo un reciclaje de nutrientes mayor debido a la asociación, tal y como lo indican Gliessman y Amador (1977), pero es demasiado aventurado decirlo, puesto que no se hicieron los análisis edáficos para cada tratamiento probado y además, por más residuos orgánicos que pudieran haber estado sobre la parcela, el tiempo de degradación e incorporación (1-2 semanas) no fue el suficiente. Ahora bien, no puede atribuirse tal incremento de nutrimentos a la adición de fertilizante, porque la

dosis (40-40-00) fue muy baja, suficiente apenas para satisfacer las necesidades de los cultivos. Es más factible pensar, que junto con la muestra de suelo se tomaron residuos de cosecha que alteraron los resultados de los análisis.

La capacidad de uso que presenta el suelo, en general es baja: de IV Clase, cuya limitante principal es el clima. Presenta una intensidad de uso limitada para la agricultura, puesto que hay bastantes áreas que requieren control inmediato de la erosión. Posee una aptitud media para la labranza, para el desarrollo de los cultivos y para la aplicación de riego, con un régimen de humedad disponible semiseco. Tiene algunas posibilidades para la agricultura mecanizada continua. Presenta una aptitud alta para el desarrollo de especies forrajeras y movilidad en el área de pastoreo. Una aptitud excelente para el aprovechamiento de la vegetación natural; una aptitud media para cultivar pastizales, y no son aptos para explotación forestal (CETENAL, 1974).

Area Equivalente de Tierra (AET).

El no encontrar diferencia estadística entre los tratamientos para el índice de Area Equivalente de Tierra, indica que la forma de asociar los cultivos de maíz, frijol y/o calabaza, no afecta la eficiencia misma de la práctica de sembrar dos o más especies sobre el mismo terreno al mismo tiempo. Por lo que, cualquiera de los tratamientos probados es mejor alternativa que el monocultivo, y la mayor o menor eficiencia la señala por sí mismo el índice.

Frecuentemente en estudios de cultivos asociados, se ha empleado el índice de Area Equivalente de Tierra (AET), que en términos generales, permite conocer si se hace o no un uso más eficaz del suelo y, en consecuencia, nos muestra si la asociación es una mejor alternativa o no en comparación con el monocultivo.

Al producir alimentos a través de los cultivos múltiples, a menudo se alcanza un rendimiento combinado mayor por unidad de área que en monocultivo, lo que indica que se da un uso más equitativo (entre las distintas especies) de los recursos físicos, económicos, humanos y de tiempo. Es decir, al asociar dos o más especies tiende a incrementarse la diversidad vegetal, así los cultivos con hábitos de crecimiento y requerimientos diferentes explotarán distintos nichos, por consiguiente, aprovecharán mejor el agua, la luz y las sales minerales. A la vez, se diluye (en cierto grado) el efecto negativo de insectos y enfermedades, debido a que se intenta imitar la estructura de los ecosistemas naturales. Evidentemente existe competencia, pero la razón más aceptada, por la cual es posible obtener mejores rendimientos con cultivos mixtos, se debe a que las especies asociadas difieren en sus requerimientos, reduciéndose considerablemente la sobreposición de nichos, incluso algunos pueden llegar a ser complementarios (Gliessman y Amador, 1977).

Varios investigadores entre ellos, Gliessman y Amador (*idem*), Andrews y Kassamm (1976), Lépiz (1978) y Krishnamurthy (1984), entre otros, con el uso de este índice han demostrado que la asociación Maíz-Frijol es más eficiente que sus respectivos unicultivos.

Aquí se demostró que todas las asociaciones probadas son más eficientes que los unicultivos, en todas ellas se justifica ampliamente el uso de la asociación (ver Cuadro XI). Así, las más eficientes resultaron ser las asociaciones F-C (1.30), M-F-C (1.20) y M-C (1.13), seguidas de: M-Fap (1.08) y M-Fal (1.07). Resultados similares a los que llegó Gaytán (1988) en tres años de estudio, las mejores asociaciones que él reporta con base en el AET son: M-F (1.31), M-F-C (1.34), F-C (1.13) y M-C (0.81).

Análisis económico.

Debido a que el análisis económico se efectuó con el fin de hacer una recomendación más adecuada a las necesidades y posibilidades reales del agricultor de subsistencia, se tuvo siempre presente que éste necesita producir sus propios alimentos y satisfacer las necesidades familiares, independiente de si obtiene o no algún excedente que pueda representar un ingreso extra. Por lo que, tratando de pensar como él, se aquilataron los costos y los beneficios de cada tratamiento considerando la variabilidad climática que pudiera hacer desventajosa alguna opción. Sin olvidar, por supuesto, que el productor prefiere un retorno de capital bajo pero estable, en vez de retornos altos pero inseguros.

Basándose en los beneficios netos (ver Cuadro XII), se analizaron uno a uno todos los tratamientos. En primer lugar, el unicultivo de calabaza es el más redituable, tiene los costos variables más bajos y coincide también con ser el más productivo. Podría parecer muy atractiva esta opción, pero para un agricultor de subsistencia no lo sería del todo, porque su interés principal es producir sus propios alimentos, no comprarlos. Por otro lado, con poca lluvia o una sequía no obtendría producción o casi nada. Cabe recordar que el rendimiento tan elevado en este tratamiento, está dado por los frutos frescos de la calabaza, que no tienen un precio comercial, y no tanto por la semilla cuyo precio sí se cotiza bastante alto.

El segundo lugar lo ocupa la asociación M-C que resulta ser tanto de los tratamientos más redituables como de los más rendidores, y en la cual se invierte poco. Aquí, el mayor aporte de grano lo da, por supuesto, el maíz; la producción de la calabaza es muy baja, pero la semilla contribuye con una cantidad considerable de dineros. Este tratamiento podría parecer muy bueno, pero sólo se obtiene un cultivo básico, y no hay que olvidar que es arriesgado debido a la variabilidad del clima. Si la lluvia escasea, tal vez se obtenga poco grano y en el peor de los casos, sólo rastrojo y nada de calabaza.

En tercer lugar está la asociación F-C con un beneficio neto elevado, y rendimientos que aunque son bajos no son nada despreciables. El frijol tiene un buen rendimiento y la calabaza aporta una excelente cantidad de pesos. En este tratamiento también se obtiene un sólo producto básico y es aún más arriesgado que el maíz, puesto que el frijol demanda más agua. Otro inconveniente que presenta este tratamiento, son los costos variables altos, por lo que puede perderse la inversión si la lluvia escasea o hay sequía.

En cuarto lugar se encuentra el unicultivo de maíz, con beneficios netos y rendimiento elevados. Se sabe que el unicultivo es muy bueno, pero para esta zona podría ser muy riesgoso si el clima no es benigno, ya que con un mal temporal no se cosecharía nada excepto rastrojo, y la inversión aunque es baja, se perdería.

En quinto lugar está la asociación M-F-C con beneficios netos elevados y rendimientos bastante buenos, pero representa la inversión más alta. Esta sería una buena opción, porque se tendrían los dos cultivos básicos y un extra de dinero al cosechar la pepita de la calabaza, cuando la precipitación es alta. Por otro lado, si llueve poco se cosecharían cuando menos maíz y algo de frijol, y si la lluvia es escasa, mínimamente se obtendría algo de maíz.

En sexto lugar está la asociación M-Fal con rendimientos y beneficios netos buenos y una inversión baja. En un momento dado podría ser una buena opción para el productor de subsistencia, aunque no le reditúe pesos extras, si obtiene alimento familiar a un costo mucho más bajo que las asociaciones M-F-C y F-C. Con un temporal escaso obtendría grano de maíz y un poco de frijol, y con un temporal alrededor de los 350 mm, cosecharía ambos granos.

En séptimo lugar está la asociación M-Fap con rendimientos más o menos altos y una inversión elevada y con beneficios netos bajos, pero aceptables. También sería una buena opción para el productor de subsistencia, puesto que obtendría maíz y frijol en un año lluvioso y cuando menos maíz en uno con poca lluvia. Aunque aquí la inversión es alta, el rendimiento no es tan inseguro.

Por último, el unicultivo de frijol resultó ser un tratamiento con rendimiento muy alto, pero el más bajo en beneficio neto, y con elevados costos variables. Este tratamiento por supuesto, no sería una buena opción, si se toman en cuenta los riesgos del clima (el frijol demanda entre 1000 y 2000 mm de agua). Sólo se tendría un alimento básico con un buen temporal, o algo de grano en un temporal alrededor de los 315 mm.

Integrando al análisis económico, todo lo anteriormente mencionado, las mejores opciones (en orden decreciente) son: M-F-C, M-Fal , M-Fap, M-C y F-C. A manera de resúmen se presenta la siguiente tabla que permite visualizar mejor dicho análisis:

Trat.	Costos variables	Beneficio neto	Rendimiento Kg/Ha	Seguridad	AET
6 M-F-C	alto	alto	alto	seguro	1.20
5 M-Fal	bajo	medio	medio	seguro	1.07
4 M-Fap	alto	medio	medio	seguro	1.08
8 M-C	bajo	alto	alto	inseguro	1.13
7 F-C	alto	alto	alto	inseguro	1.30
1 M	bajo	alto	alto	inseguro	--
2 F	alto	medio	medio	inseguro	--
3 C	bajo	alto	alto	inseguro	--

VIII. CONCLUSIONES

Para la localidad de Sandoval, Aguascalientes, y bajo las condiciones en que se condujo el presente estudio, se concluye lo siguiente:

Al asociar cultivos se incrementa la diversidad vegetal de manera un tanto similar a lo que ocurre en los ecosistemas naturales, por lo que se hace una repartición más equilibrada de los recursos físicos: luz, agua, nutrimentos y suelo. Entre las especies asociadas se da una competencia por recursos, pero no un antagonismo.

Basándose en el índice de Área Equivalente de Tierra (AET) la asociación se justifica en todos los casos, ya que a menudo se alcanzan rendimientos combinados mayores a los obtenidos en unicultivos, lo cual indica que el agricultor emplea con mayor eficiencia sus propios recursos económicos, humanos y de tiempo.

El maíz, el frijol y la calabaza de agua, aún cuando merman sensiblemente sus propios rendimientos unitarios, son productivos al sembrarse al mismo tiempo sobre el mismo terreno, ya sean los tres o sólo dos de ellos, porque se obtienen mayores rendimientos combinados en comparación con los respectivos unicultivos, exceptuando al maíz en unicultivo, el cual siempre superó a todos los tratamientos.

Las asociaciones más convenientes para el productor de autoconsumo son:

- 1o. Maíz-Frijol-Calabaza
- 2o. Maíz-Frijol "alternado"
- 3o. Maíz-Frijol "apozolado"

En una zona de temporal escaso y errático, como lo es El Llano, Aguascalientes, se reduce el riesgo de perder la cosecha al asociar dos o más cultivos, puesto que con una precipitación abundante se obtienen rendimientos altos (de grano y esquilmos) de las dos o tres especies asociadas. Mientras que con una precipitación escasa se obtienen rendimientos bajos, cuando menos de una de las especies en asociación.

La tecnología tradicional de asociar dos o más cultivos, definitivamente es una forma más racional y armónica de usar los recursos ambientales, para satisfacer la necesidad de alimento a nivel de autoconsumo en zonas de temporal.

IX. BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, D.E. 1985. *Crecimiento rendimiento y aprovechamiento de la energía solar en maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) en unicultivo y asociados.* Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 164pp.
- ACOSTA, G.J.A. 1982. *Bayo Madero y Bayo Los Llanos: nuevas variedades de frijol para el norte-centro de México.* Campo Agrícola Experimental Valle de Guadiana. Durango, México. S.A.R.H.-I.N.I.A.-C.I.A. del Norte-Centro, 8pp.
- AGUILAR, F.P. 1978. *Formulación de recomendaciones para el cultivo de asociación maíz-frijol en el área del Plan Puebla: Definición de una metodología para la optimización de insumos de producción en el sistema maíz-frijol.* Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- ANDREWS, D.J. y A.H. KASSAM. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: *Multiple Cropping American Society of Agronomy (ASA), Special Publication number 27:1-10p, U.S.A.*
- ARIZA F.R. 1986. *Daño por pulgilla saltona (Diuraphis californica Oliver) Chrysomelidae: Alticlininae en el sistema maíz-frijol-calabaza en la montaña de Guerrero.* Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 66pp.
- AYALA, E.V. 1986. *Incidencia de enfermedades foliares en frijol (Phaseolus vulgaris L.) solo y asociado con maíz (Zea mays L.) a diferentes intensidades de labranza.* Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 70pp.
- BERLIJN J.D. (FAO). 1985. *Maíz: manuales para educación agropecuaria.* Area: Producción Vegetal, 10 Editorial SEP/Trillas, México, 56pp.
- _____ 1987a. *Cucurbitáceas: manuales para educación agropecuaria.* Area: Producción Vegetal, 18 Editorial SEP/Trillas, México, 56pp.
- _____ 1987b. *Frijol y chícharo: manuales para educación agropecuaria.* Area: Producción Vegetal, 12 Editorial SEP/Trillas, México, 58pp.
- BIDWELL, R.G.S. 1979. *Fisiología vegetal.* AGT Editor, México, 784pp.

- BURGOS, C.F. 1977. Importancia de la investigación en fertilidad de suelos como componente de los estudios en sistemas integrados de producción agrícola. In: *Seminarios sobre Evaluación de Fertilidad de Suelos 2o*, CATIE Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, Turrialba, Costa Rica, 18 jul-ago 12, 14pp.
- CARRANZA, P.A. de la y F. SANCHEZ M. 1981. Optimización del agua de lluvia mediante la asociación de cultivos en zonas semiáridas. In: *Folleto Técnico de la Universidad Autónoma Antonio Narro*. 1(2):1-20p. Saltillo, Coahuila, México.
- CASTRO, Z.R. 1987. *Cómo obtener una muestra de suelo en los terrenos agrícolas*. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 21pp.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1987. *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. A.V. Schoonhoven y M.A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56pp.
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT). 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. Perrin R., D. Winkelmann, E. Moscardi y J. Anderson. México, D.F., México, 79pp.
- COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. 1973a. *Carta: Topográfica*, Aguascalientes F-13-D-19. Escala 1:50,000. México.
- COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. 1973b. *Carta: Geológica*, Aguascalientes F-13-D-19. Escala 1:50,000. México.
- COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. 1973c. *Carta: Edafológica*, Aguascalientes F-13-D-19. Escala 1:50,000. México.
- COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. 1973d. *Carta: Uso del Suelo*, Aguascalientes F-13-D-19. Escala 1:50,000. México.
- COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. 1974. *Carta: Uso Potencial*, Aguascalientes F-13-D-19. Escala 1:50,000. México.
- DANIEL, W.W. 1982. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud*. Limusa, México, 485pp.
- DISTRITO DE DESARROLLO RURAL No. 1 PABELLON DE ARTEGA, AGUASCALIENTES. 1986-1989. *Inventario de recursos tierra*. S. A. R. H. -Aguascalientes, México.
- DURAN D.A. et al. 1986. *Manual de técnicas estadísticas*. Los Reyes Iztacala, México, E.N.E.P. Iztacala-U.N.A.M., Carrera: Biología, Departamento: Biología Experimental, Area: Matemáticas, 140pp.

- GARCIA, V. E. 1988. *Estudio agroecológico de la comunidad de arvenses en la asociación maíz-calabaza*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 64pp.
- GAYTAN, B. R. 1986. Integración de sistemas de producción. In: *Informe, Resúmenes y Memoria. Programa de Oleaginosas*. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (C.I.F.A.P.), Aguascalientes, México.
- _____ 1987. Integración de sistemas de producción. In: *Informe, Resúmenes y Memoria. Programa de Oleaginosas*. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (C.I.F.A.P.), Aguascalientes, México.
- _____ 1988. Integración de sistemas de producción. In: *Informe, Resúmenes y Memoria. Programa de Oleaginosas*. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (C.I.F.A.P.), Aguascalientes, México.
- _____ 1989. Integración de sistemas de producción. In: *Informe, Resúmenes y Memoria. Programa de Oleaginosas*. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (C.I.F.A.P.), Aguascalientes, México.
- GLIESSMAN, R.S. y M. AMADOR A. 1977. *Sistemas de cultivos múltiples: una base para el desarrollo de alternativas agrícolas*. Cárdenas Tabasco, México, Colegio Superior de Agricultura Tropical, 25pp.
- GOMEZ, R.J.C. 1981. *Método climático De Fina en la aplicación de la agricultura en el estado de Aguascalientes*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, Colección: Cuadernos, 123pp.
- GUZMAN, S.J.C. 1988. *Efecto de la fertilización con efluentes de un digestor anaerobio en maíz (Zea mays L.) y calabaza (Cucurbita pepo L.) asociado y en monocultivo bajo condiciones de temporal*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 181pp.
- HERNANDEZ, R.J.C.; J.V. VERA; A.V. SCHOONHOVEN, y M.C. CARDONA. 1989. Efecto de la asociación maíz-frijol sobre poblaciones de insectos plaga, con énfasis en *Empoasca kraemeri* Ross & Morore. In: *Agrociencia* 57:25-35p, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- HERNANDEZ, X.E. et al. 1981. *Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola*. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 559pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. 1986. *Cuaderno de información para la planeación del estado de Aguascalientes*. I.N.E.G.I., México.

- JIMENEZ, Q.M. E. 1987. *La tecnología agrícola campesina y sus adecuaciones en el cultivo de maíz asociado con frijol en áreas de temporal: estudio de caso del municipio de Españita y San Francisco Mitepec del estado de Tlaxcala*. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México, 149pp.
- KRISHNAMURTHY, L. 1984. *Análisis de la estructura, función, dinámica y manejo del agroecosistema de cultivos asociados*. Informe Técnico. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 400pp.
- LAIRD, R.J. 1977. *Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional*. Colegio de Postgraduados - Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 175pp.
- LEPIZ I.R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. In: *Folleto Técnico del Centro de Investigaciones Agrícolas Zona Centro*. (58):1-12p. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- _____ 1978. *La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar*. Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados - S.A.R.H., Chapingo, México, 304pp.
- LINTON, S.C. 1948. *Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación maíz-frijol*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 46pp.
- LOPEZ, M.J. 1986. *Evaluación agronómica de seis factores de la producción en el patron de cultivos maíz asociado con calabaza en la región Cintalapa-Juquipilas, Chiapas*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 144pp.
- MEDINA, E. 1977. *Introducción a la ecofisiología vegetal*. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Serie de Biología monografía No. 16, Washington, D. C. U.S.A., 102pp.
- MEDINA, L.J.; A. FISCHER y A. TASISTRO. 1980. Determinación del período crítico de competencia entre las malezas y un cultivo de asociación maíz-frijol bajo dos niveles de fertilización. In: *Circular Técnica de la Universidad Autónoma de Chapingo* (6):1-29p. Chapingo, México.
- MOLINA, D.S.B.; S. BARRHLES D. y F. MORIEGO B. 1987. Evaluación de cuatro herbicidas postemergentes aplicados en asociación maíz-frijol (*Zea mays* L.-*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones temporales de Santa María Metepec, Puebla. In: *Revista Chapingo* (58-59):54-57. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.

- MORENO, R.O.H. 1972. *Las asociaciones de maíz y frijol: un uso alternativo de la tierra*. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 80pp.
- MUÑOZ, E. 1986. Producción de maíz, frijol y calabaza en un sistema hidráulico de chinampa. In: *Turrialba* número 36(3):369-373p. Colombia.
- ORTIZ, V.B. y C.A. ORTIZ S. 1987. *Edafología*. 6a edición, Departamento de Suelos, Universidad Autónoma de Chapingo, México, 372pp.
- ORTIZ, R.C. 1979. Cultivos asociados e intercalados en México. In: *Ecotecnica Agrícola* 3(7):1-40p. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Dirección General de Economía Agrícola, México.
- PENA, R.A. 1986. *Comportamiento de cuatro especies cultivadas bajo condiciones deficientes de humedad*. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México, 149pp.
- _____; S. MARTIN del CAMPO V. y R.J. ZAPATA A. 1987. *Informe del programa de maíz*. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (C.I.F.A.P.). Aguascalientes, México.
- PEREZ, T.H. 1975. *Comparación de rendimientos económicos en asociación maíz-frijol*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- RAMIREZ, V.M. 1981. *Morfología, área foliar y peso seco del frijol Banario-107, Negro-150 (Phaseolus vulgaris L.) y maíz H-28 (Zea mays L.) asociados*. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 97pp.
- RETA, S.D.G. y J. KOHASHI-SHIBATA. 1988. Efecto de la asociación maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el crecimiento y rendimiento de una variedad de frijol con hábito de crecimiento indeterminado. In: *Agrociencia* 71:377-386p. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.
- ROJAS, R.T. 1988. *Las siembras de ayer: la agricultura indígena del siglo XVI*. Editorial SEP-CIESAS, México, 230pp.
- SALINAS, G.E. 1982. *Comportamiento de variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en unicultivo y en asociación con maíz (Zea mays L.)*. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México, 147pp.
- SANCHEZ, E.J. 1987. *Análisis de entomofauna asociada al agrosistema maíz-frijol bajo tres intensidades de labranza*. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México, 95pp.

- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1984. *Agenda de información estadística agropecuaria y forestal*. Dirección General de Economía Agrícola, México.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1986-1989. *Estadísticas del distrito de desarrollo rural 01 Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México*.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. *Síntesis geográfica de Aguascalientes, México*.
- STEEL, G.D.R. y J.H. TORRIE. 1988. *Bio-estadística: principios y procedimientos*. 2a edición, Mc-Graw Hill, México, 622pp.
- SOLORZANO, V.E. 1977. *Estudio del cultivo de asociación maíz-frijol bajo condiciones de temporal en El Llano, Aguascalientes*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 50pp.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO - INSTITUTO DE GEOGRAFIA. 1970. *Carta: Climatológica, Guadalajara 13-Q-IV*. Escala 1:500 000. México.
- URIBE, G.M. 1979. *Respuesta de la asociación maíz-frijol de guta a cinco factores controlables de la producción*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
- VELAZQUEZ, M.R.R. 1973. *Relaciones entre los caracteres: número de hojas, días a floración, días a madurez fisiológica y rendimiento de maíz (Zea mays L.) bajo diferentes medios ambientes*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 101pp.
- COMUNICACION PERSONAL de diversos productores de las comunidades de: *Palo Alto y Pandovales*. 1990.