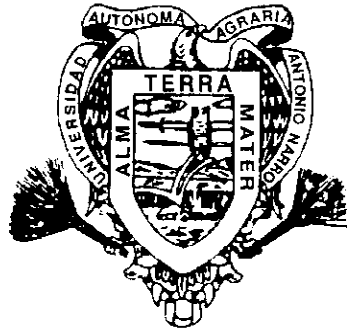


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA



Siembra de Maíz (*Zea mays* L.) Aspros 951 y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) pinto americano en relevos, utilizando la maquinaria convencional y agua reciclada

Por:

FABIAN MARTINEZ DELGADO

TESIS

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 1997

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

SIEMBRA DE MAIZ (*Zea mays* L.) ASPROS 951 Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
PINTO AMERICANO EN RELEVOS, UTILIZANDO LA MAQUINARIA
CONVENCIONAL Y AGUA RECICLADA

TESIS

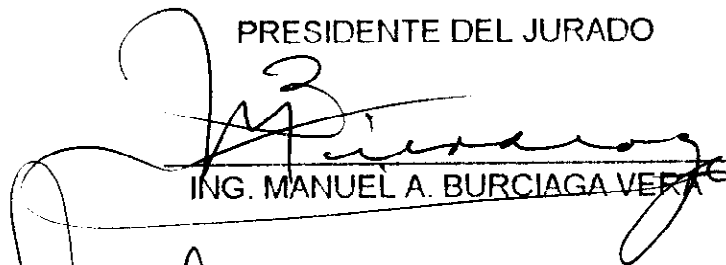
QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ESPECIALIDAD FITOTECNIA

POR

FABIAN MARTINEZ DELGADO

PRESIDENTE DEL JURADO



ING. MANUEL A. BURCIAGA VERA

SINODAL

SINODAL


M.C. EMILIO PADRON CORRAL
ING. RAMIRO LUNA MONTOYA

SINODAL SUPLENTE


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
ING. ROSENDO GONZALEZ GARZA

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA


M.C. MARIANO FLORES DAVILA
División de Agronomía
Coordinación

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

JUNIO DE 1997

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado fundamentalmente a mis padres:

Sra. Ninfa Delgado de Martínez

Sr. Elías Martínez Correa +

Digno ejemplo de honradez, calidez humana y sencillez, que en cada paso de mi vida pusieron toda su confianza, su fé y sus sacrificios, no permitiendo darme por vencido e impulsandome siempre a superarme.

A mis hermanos:

Juan Martínez Delgado

Ma. Teresa Martínez Delgado

Ma. del Pilar Martínez Delgado

Germán Martínez Delgado

Concepción Martínez Delgado

Con todo el cariño y respeto que nos une y por el apoyo que me han brindado... Los quiero mucho.

A mi Esposa:

Ma. Esperanza Landero Ruiz

Con todo mi amor para ti, por apoyarme en los momentos más difíciles, por compartir los tropiezos, esfuerzos, triunfos y una incansable lucha por la verdad.

A mi Hijo:

José Luis Martínez Landero

Por darnos una alegría inmensa de seguir viviendo, luchando y por haber nacido en el momento más oportuno de nuestras vidas.

A mis tíos:

Concepción Delgado de Sánchez

Francisco Sánchez

Por darme ánimo cuando lo necesitaba, por ser las personas más cariñosas, comprensibles, sencillas y por ser como son... Gracias.

A mi cuñada y a mis sobrinos:

Carmen Morones de Martínez.

Vianey, Amayrany y Juan Pablo.

Ustedes que con sus sonrisas y juegos han llenado de optimismo y alegría a mis padres cuando más lo necesitaban.

A la Familia Landero Ruiz:

Por ser una familia muy especial y por su gran apoyo moral que nos han brindado siempre.

A DIOS:

Que me dió el ser, las fuerzas de aceptar las cosas que no puedo cambiar y el valor de cambiar las que si pueden ser cambiadas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme recibido en su vientre y brindarme la oportunidad de ser uno más de sus hijos.

Al Ing. Manuel A. Burciaga Vera y Sra. Rosa Angelica García de Burciaga, por haberme dado la oportunidad de realizar la presente Investigación, por sus consejos, su constante apoyo, por estar en las buenas y en las malas y por la confianza que depositaron en mí durante toda la carrera profesional.

Al M.C. Emilio Padrón, por ayudarme en el presente trabajo en lo estadístico.

Al Ing. Ramiro Luna Montoya, por las aportaciones y sugerencias que me brindó en el transcurso del presente trabajo.

A los Maestros que sembraron en mí sus conocimientos y experiencias. Gracias mil a ustedes por forjar al que ahora soy.

A mis compañeros y amigos de la Generación LXXVII, con quienes compartí momentos alegres y tristes que nunca olvidare.

A mis amigos que ayudaron en la realización de éste trabajo, Ing. Osvaldo Ocaña Reyes, Ing. Victor Manuel Villanueva Coronado, Ing. Mireya, Ing. Martín Espinosa Faz.

A mis amigos que en un tiempo compartimos alegrías, tristezas y hambres, Ing. Ulises Rangel Ceja, Ing. Feliciano Sotelo Roman, Ing. Claudia Hernández Burgos y a la Ing. Ma. del Carmen García Almazo.

Al Ing. Octavio Culebro Terán y su Esposa Lic. Georgina, con cariño sincero, producto de la amistad que nos une.

A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo desinteresadamente durante mis estudios profesionales en la Universidad

INDICE DE CONTENIDO

	páginas
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes historicos.....	3
2.2. Sistemas de cultivos.....	4
2.2.1. Unicultivo.....	4
2.2.2. Policultivo.....	5
2.2.2.1. Cultivos secuenciales.....	5
2.2.2.2. Cultivos dobles.....	5
2.2.2.3. Cultivos triples.....	5
2.2.2.4. Cultivos cuadrúples.....	5
2.2.2.5. Cultivos de rebrote.....	5
2.2.3. Cultivos intercalados.....	5
2.2.3.1. En mezcla.....	6
2.2.3.2. En surco.....	6
2.2.3.3. Mezcla de cultivos en franjas.....	6
2.2.3.4. Mezcla de cultivos en relevos.....	6
2.2.4. Cultivos asociados.....	7
2.3. Descripción Taxonómica y Botánica del maíz.....	7
2.3.1. Descripción Taxonómica del maíz.....	7
2.3.2. Descripción Botánica y fenología del maíz.....	8
2.3.2.1. Clasificación sexual.....	8
2.3.2.2. Sistema radicular y radical.....	8
2.3.2.3. Tallo.....	9
2.3.2.4. Hojas.....	9

2.3.2.5. Flor.	9
2.3.2.6. Fruto.	10
2.3.2.7. Ciclo vegetativo.	10
2.4. Descripción Taxonómica y Botánica del frijol.	11
2.4.1. Descripción Taxonómica del frijol.	11
2.4.2. Descripción Botánica del frijol.	11
2.4.2.1. Sistema radicular y radical.	11
2.4.2.2. Tallo.	12
2.4.2.3. Hojas.	12
2.4.2.4. Inflorescencias.	12
2.4.2.5. Flor.	13
2.4.2.6. Fruto.	13
2.4.2.7. Semilla.	13
2.4.2.8. Hábitos de crecimiento.	13
2.4.2.9. Ciclo vegetativo.	13
2.5. La asociación maíz-frijol en México.	14
2.6. Asociación maíz-frijol.	15
2.7. Densidad de siembra en maíz-frijol asociados.	19
2.8. Fertilización de maíz-frijol asociados.	20
2.9. Asociación maíz-frijol y su relación con plagas y enfermedades.	21
2.10. Ventajas de la asociación maíz-frijol.	22
2.11. Desventajas de los cultivos asociados.	23
III. MATERIALES Y METODOS.	24
3.1. Localización del sitio experimental.	24
3.2. Descripción del diseño experimental.	24
3.3. Características agronómicas del frijol pinto americano.	25
3.4. Características agronómicas del maíz ASPROS 951.	25
3.5. Características del agua de riego.	26
3.6. Siembra de frijol y de maíz.	27
3.7. Manejo del cultivo.	27

	vi
3.7.1. Nivelación.	27
3.7.2. Riegos.	27
3.7.3. Desahije.	27
3.7.4. Escardillas.	27
3.7.5. Aporque.	28
3.7.6. Deshierbes.	28
3.7.7. Aplicación de pesticidas.	28
3.8. Parámetros evaluados en el cultivo del maíz.	29
3.8.1. Altura de las plantas.	29
3.8.2. Número de hojas por plantas.	29
3.8.3. Longitud de las hojas.	29
3.8.4. Número de plantas.	29
3.8.5. Número de elotes por plantas.	29
3.8.6. Peso de las plantas.	29
3.8.7. Peso de elotes.	30
3.8.8. Peso del forraje.	30
3.9. Parámetros evaluados en el cultivo del frijol.	30
3.9.1. Altura de las plantas.	30
3.9.2. Número de vainas por plantas.	30
3.9.3. Número de granos por plantas.	30
3.9.4. Peso de las plantas.	30
3.9.5. Peso del grano.	31
3.10. Rendimiento del frijol y del maíz.	31
3.10.1 Rendimiento del frijol.	31
3.10.2 Rendimiento del maíz.	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	32
V. CONCLUSIONES.	47
VI. RESUMEN.	48
VII. LITERATURA CITADA.	50

INDICE DE CUADROS

	páginas
Cuadro 1. Altura de plantas de maíz en la intercalación maíz-frijol.	32
Cuadro 2. Altura de las plantas de maíz en el testigo.	32
Cuadro 3. Número de hojas de 20 plantas de maíz en el T ₁ y T ₂	33
Cuadro 4. Longitud de hojas de 20 plantas de maíz en el T ₁ y T ₂	34
Cuadro 5. Datos generales del número de elotes, número de plantas, peso de elotes y peso de las plantas de la intercalación maíz-frijol.	34
Cuadro 6. Datos generales del número de elotes, número de plantas, peso de elotes y peso de las plantas del testigo maíz.	35
Cuadro 7. Peso de forraje de las plantas de maíz de la parcela útil y de lo extrapolado a una hectárea del T ₁ y T ₂	37
Cuadro 8. Altura de las plantas de frijol en la intercalación maíz-frijol.	37
Cuadro 9. Altura de las plantas de frijol del testigo.	37
Cuadro 10. Número de vainas por planta de frijol del T ₁ y T ₃	38
Cuadro 11. Número de granos por planta de frijol del T ₁ y T ₃	40
Cuadro 12. Peso de las plantas de frijol de los T ₁ y T ₃	40
Cuadro 13. Relación de costos en cada una de las actividades desempeñadas en el T ₁	44
Cuadro 14. Relación de costos de las actividades realizadas para los T ₂ y T ₃	44
Cuadro 15. Costos de semillas de maíz y de frijol en los tratamientos.	45
Cuadro 16. Costo de las aplicaciones de pesticidas en los tratamientos.	45
Cuadro 17. Egresos generales de cada uno de los tratamientos por hectárea. ...	45
Cuadro 18. Ingresos generales de cada uno de los tratamientos por hectárea. ...	46
Cuadro 19. Utilidades generadas en cada uno de los tratamientos.	46

INDICE DE TABLAS

	páginas
Tabla 1. Análisis de varianza de la altura de las plantas de maíz del T ₁ y T ₂	33
Tabla 2. Análisis de varianza del numero de hojas de las plantas de maíz del T ₁ y T ₂	33
Tabla 3. Análisis de varianza de la longitud de hojas de las plantas de maíz del T ₁ y T ₂	34
Tabla 4. Análisis de varianza del numero de elotes del T ₁ y T ₂	35
Tabla 5. Análisis de varianza del peso de las plantas de maíz del T ₁ y T ₂	35
Tabla 6. Análisis de varianza del peso de elotes del T ₁ y T ₂	36
Tabla 7. Análisis de varianza de la altura de las plantas de frijol del T ₁ y T ₃	38
Tabla 8. Comparación de medias de la altura de las plantas de frijol del T ₁ y T ₃	38
Tabla 9. Análisis de varianza del número de vainas de las plantas del frijol del T ₁ y T ₃	38
Tabla 10. Análisis de varianza del número de granos por planta de frijol del T ₁ y T ₃	40
Tabla 11. Análisis de varianza del peso de las plantas de frijol del T ₁ y T ₃	41
Tabla 12. Comparación de medias de peso de plantas de frijol del T ₁ y T ₃	41
Tabla 13. Análisis de varianza del peso de granos del frijol del T ₁ y T ₃	41
Tabla 14. Comparación de medias del peso del grano.	41

INDICE DE FIGURAS

	páginas
Figura 1. Distribución de las parcelas en el lote experimental.	26
Figura 2. Comparación de la altura promedio de las plantas de frijol del T ₁ y T ₃ . .	39
Figura 3. Comparación del peso promedio de las plantas de frijol del T ₁ y T ₃	42
Figura 4. Comparación del peso promedio de granos de frijol del T ₁ y T ₃	43

INTRODUCCION

La dieta alimenticia del mexicano está basada en dos principales granos: el maíz y el frijol. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una fuente importante de proteínas y actúa como suplemento en los alimentos ricos en carbohidratos como el maíz y algunos cereales, también es una fuente muy útil de ciertas vitaminas y minerales que son esenciales en la nutrición humana.

El frijol como el maíz es una planta de las más antiguas cultivadas en América. El frijol ocupa el segundo lugar después del maíz como alimento básico.

Se menciona que el consumo percapita del frijol en México es de 19 kg/año, lo cual demuestra la enorme trascendencia que tiene este cultivo en el país, como uno de los productos básicos en la dieta alimenticia del pueblo mexicano.

La superficie sembrada de frijol a nivel nacional fué de 1,850,000 has., con una cosecha de 1,075,000 tons. Lo que arroja un rendimiento medio de 581 kg/ha.

Por la superficie que ocupa, el maíz, es el cultivo anual más importante. La producción total de éste cultivo en el Estado de Coahuila durante 1991 fué de 67,375 Ton., lo que significa un rendimiento de 1.2 Ton./ha.

En las zonas semiáridas la cosecha de frijol es en promedio de 40-60 kg/ha., por lo cual se deben buscar nuevas posibilidades para la producción.

La mayoría de nuestros agricultores siguen sistemas tradicionales de autoconsumo; cultivan pequeños terrenos y no pueden invertir capital en el cultivo. En su mayoría, casi siempre utilizan asociaciones entre cultivos, maíz y frijol,

obtiene múltiples usos del cultivo y su objetivo principal es obtener la máxima seguridad de proveer alimentos para el consumo de su propia familia.

Los cultivos en asociación se practican desde tiempos inmemorables, pero hasta los últimos años se ha prestado interés al estudio de estos sistemas tradicionales de producción agrícola. En las áreas de temporal, el agricultor frecuentemente siembra el maíz y el frijol asociados y su relevancia se demuestra por la contribución de dichos sistemas a la producción total de frijol.

La asociación de cultivos permite aprovechar la máxima capacidad productiva de los suelos y los demás factores con que cuenta.

La asociación de cultivos maíz-frijol, es uno de los más importantes sistemas de agricultura usado por pequeños agricultores en América Latina. Se estima que el 80% de maíz se produce con éste sistema y se señala que para que un nuevo sistema de producción sea económicamente ventajoso debe de ser de bajo costo y eficiente.

Objetivos:

- 1.- Aumentar la producción de maíz, frijol y forraje para contribuir a satisfacer la demanda local y nacional de estos productos a bajos costos.
- 2.- Optimizar el uso de agua reciclada en la siembra de maíz-frijol en relevos.
- 3.- Utilizar adecuadamente la maquinaria agrícola existente en el establecimiento de maíz-frijol en relevos, para disminuir los costos de producción por unidad de superficie
- 4.- Aprovechar al máximo el espacio del cultivo en relevos; estableciendo una población normal de maíz (100%) y de frijol (300%), es decir, aprovechar tres hectáreas en una sola

REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes Historicos:

La práctica de sembrar maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociados se ha venido realizando en México desde la época precortesiana. En su recopilación de datos sobre plantas cultivadas en América, cita varios documentos de la época de la conquista, en los que menciona al maíz y al frijol como fuentes de alimento de los pueblos de América, así como la práctica de sembrarlos asociados (Lépiz, 1974).

Miranda (1967 b), señala que el frijol común es originario del área occidental de la región México-Guatemala, que su distribución geográfica es la misma que la de el teozintle (*Euchlaena mexicana* Schrad), que ambas especies tienen el mismo ciclo vegetativo y que cuando estas crecen juntas el teozintle sirve de soporte a las plantas de frijol. Por lo que llega a la conclusión de que "el sistema de asociar ambos cultivos por los indígenas fue copiado de la naturaleza, haciendole algunas modificaciones que resultan ventajosas desde el punto de vista agrícola".

La asociación de cultivos ha sido una práctica muy extendida en la agricultura tradicional de diversas regiones de Africa, Asia y América, con la utilización de muchas variaciones (Cox and Atkins, 1979).

Tanto los mayas en América como los Incas en Sudamérica, acostumbraban tener su maíz y frijol al mismo tiempo. Práctica que probando su bondad se continuó a través de los años, siendo costumbre actual en el estrato de campesinos con escasos recursos tanto de terreno como de capital (López, 1985).

Los cultivos sembrados en asociación se practicaban desde épocas inmemorables, siendo hasta los últimos años cuando la investigación agrícola está tratando de prestarle atención a sus problemas, ya que en muchas áreas representa uno de los principales sistemas de explotación de la tierra, puesto que el agricultor minifundista para poder subsistir trata de utilizar al máximo su pequeña área de terreno (Platero *et al.*, 1977).

En los últimos 50 años, la enseñanza, la investigación y la extensión agrícola en México, han sido orientadas hacia el desarrollo de una agricultura basada en el uso de tecnología, donde se debe disponer del capital necesario para la compra de insumos (Niño, 1977). La tendencia ha sido el desplazamiento de sistemas tradicionales. Sin embargo, la inmensa mayoría de pequeños productores de agricultura tradicional y de subsistencia, siguen sin utilizar esa tecnología, porque es cara, de alto riesgo y no es compatible con sus intereses (Martín, 1977).

2.2. Sistemas de Cultivos.

Los sistemas agrícolas fueron diseñados para alterar un ecosistema dado para así incrementar el flujo de energía en provecho del hombre. Dentro de los sistemas de siembra existen dos grandes grupos diferenciados: el unicultivo (monocultivo) y el policultivo, describiéndolos de la siguiente manera:

2.2.1. Unicultivo.

El unicultivo, es cuando se establece una especie que se desarrolla sola y a densidades normales (Andrews y Kassam, 1976).

Laing (1978), coloca al monocultivo en un amplio rango de condiciones de producción del agricultor en la zona de interés:

a).- Monocultivo de frijol arbustivo (tipo, I,II,III) bajo condiciones de lluvia e irrigación, país típico: Honduras, Chile, Peru, Brasil, República Dominicana.

b).- Monocultivo de frijol trepador (tipo IV) con soportes, país típico México.

2.2.2. Policultivo (cultivos múltiples).

Intensificación de cultivos en las dimensiones de tiempo y espacio, es el crecimiento de dos o más cultivos en el mismo lote en un ciclo (Andrews y Kassam, 1976).

El policultivo es definido por Hart (1975), como un sistema en el cual dos o más cultivos se siembran simultáneamente a tal proximidad que de por resultado una competencia interespecífica y de complementación.

De acuerdo con Andrews y Kassam (1976), los términos más frecuentes que se utilizan en relación con los cultivos múltiples son:

2.2.2.1. Cultivos secuenciales.

Es el crecimiento de dos o más cultivos en secuencia en el mismo lote. El cultivo subsiguiente se siembra después del cultivo precedente que ha sido cosechado. No existe competencia de intercultivo.

2.2.2.2. Cultivos dobles.

Crecimiento de dos cultivos en un año en secuencia.

2.2.2.3. Cultivos triples.

Crecimiento de tres cultivos en un año en secuencia.

2.2.2.4. Cultivos cuadrúples.

Crecimiento de cuatro cultivos en un año en secuencia.

2.2.2.5. Cultivos de rebrote.

Son cultivos que rebrotan después de una cosecha.

2.2.3. Cultivos intercalados.

Crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente en un mismo lote. La intensificación del cultivo es en las dimensiones de espacio y tiempo.

Existe competencia interespecifica durante todo o parte del crecimiento del cultivo.

2.2.3.1. En mezcla.

Crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente, sin distinción de arreglo en el surco o melga.

2.2.3.2. En surco.

Crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente, donde uno o más cultivos se siembran en cada surco.

2.2.3.3. Mezcla de cultivos en franjas.

Crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente en franjas de diferente tamaño, lo suficientemente anchas para que permita la independencia de los cultivos, pero lo suficientemente angostas para que interactúen agronomicamente.

2.2.3.4. Mezcla de cultivos en relevos.

Crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente durante parte del ciclo de vida de uno de ellos. Se planta un segundo cultivo después que el primero ha alcanzado su etapa reproductiva de crecimiento, pero antes de ser cosechado.

Augstburger (1985), menciona que aunque hay una ligera superioridad del sistema asociado sobre el intercalado con especies como la papa y el lupino en bolilla, los agricultores prefieren el sistema intercalado ya que se reducen los daños a los cultivos en la cosecha.

Las ventajas de los cultivos intercalados se deben a que sus componentes difieren en el usos de recursos necesarios para su crecimiento, de tal manera que se complementan haciendo un uso más eficiente de dichos recursos que cuando crecen separadamente. Probablemente la principal manera de como ocurre esto es

cuando los cultivos componentes difieren en dinámica, tiempo, fenología, de tal modo que la demanda de recursos la realizan en diferentes épocas. En relación al espacio, cuando existen diferentes extractos foliares, aprovecha mejor la luz; o cuando un sistema combinado de diferentes patrones de distribución de raíces hace mejor uso del espacio de explotación de nutrientes y agua (Willey, 1979).

2.2.4. Cultivos asociados.

El desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente en el mismo terreno. El cultivo es intensivo tanto en la dimensión, tiempo y espacio. Existe competencia entre los cultivos durante, parte o todo el desarrollo de los cultivos. Los agricultores manejan más de un cultivo a la vez en el mismo terreno (Flores, 1992).

En general, la asociación proporciona estabilidad productiva, pues los componentes toleran de manera diferente los cambios ambientales, de suerte que el comportamiento promedio del sistema es en general más constante bajo un cultivo, lo cual otorga una protección contra pérdidas totales; puede maximizarse la producción económica por unidad de área, así como también tener mayor estabilidad en la producción al reducirse los riesgos contra epifitias, variaciones de clima, etc. (Flores, 1992).

2.3. Descripción Taxonómica y Botánica del Maíz.

2.3.1. Descripción taxonómica del maíz (asignados por Linneo, 1757 citado por Sosa, 1987).

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Monocotyledoneae

Orden	Graminales
Familia	Graminea
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays</i> L.
Nombre común	Maíz

2.3.2. Descripción botánica y fenología del maíz.

2.3.2.1. Clasificación sexual.

El maíz es una planta:

Sexual, porque su multiplicación se realiza por semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y un femenino.

Monoica, porque el androceo masculino y el gineceo femenino se encuentran en la misma planta.

Unisexual, por contener flores separadas y con un solo sexo.

Imperfecta, por carecer de una de las estructuras del perianto floral, en el caso del maíz sin pétalos y sin sépalos.

Imperfecta, por encontrarse flores pistiladas femeninas o solo estaminadas masculinas, o sea que tiene los dos órganos sexuales pero en flores diferentes.

Protandra, por haber dehiscencia en las anteras antes de que los primeros estigmas sean receptivos.

2.3.2.2. Sistema radicular y radical.

El sistema radicular fibroso se localiza propiamente en la corona, para ramificarse con raíces secundarias, terciarias, etc., hasta terminar en cada uno de los pelos radiculares, en ellos se presentara la máxima absorción de agua y los nutrientes contenidos en el suelo (Robles, 1986).

El maíz tiene la particularidad de que puede desarrollar raíces adventicias en los primeros nudos del tallo, las cuales dan mayor estabilidad a la planta y menor problema de "acame" y también son favorables por aumentar la eficiencia de agua y nutrientes del suelo al existir un sistema radicular más amplio por planta (Robles, 1986).

2.3.2.3. Tallo.

El tallo es más o menos cilíndrico, formado por nudos y entrenudos, el número de estos es variable, generalmente son de 8 a 21. El grosor es variable también, existen de más de cinco centímetros hasta menos de un centímetro de grosor. Los entrenudos son modulares, o sea no huecos. La altura del tallo varía de más o menos 80 centímetros hasta alrededor de 4 mts. (Robles, 1986).

3.3.2.4. Hojas.

Las hojas se desarrollan en los primordios foliares. Al principio el crecimiento es el ápice, pero después va adquiriendo la forma característica de la hoja de maíz, o sea larga y angosta con venaciones paralelinerve y constituida por vaina, ligula y limbo. La ligula es insipiente, el limbo es sésil, plano y con longitud de más o menos 30 cms. hasta más de un metro; la anchura de más o menos 5 cm. a más de 10 cm., estas variaciones dependen de la constitución genética de las variedades y de las condiciones ecológicas y edáficas (Robles, 1986).

2.3.2.5. Flor.

En el maíz existen dos tipos de flores en diferente lugar de la planta, las que se denominan flores estaminadas y flores pistiladas.

Las flores estaminadas (masculinas) se encuentran dispuestas en espiguilla, estas últimas se distribuyen en ramas de la inflorescencia conocida como "espiga", la que propiamente es una panícula abierta y más o menos laxa según las variedades. Cada flor está integrada por dos brácteas, lema (glumilla inferior) y palea (glumilla superior). Las flores estaminadas se insertan de dos en dos y cada una contiene tres estambres, estos últimos con su filamento y antera cada uno.

Las flores pistiladas (femeninas) se encuentran distribuidas en una inflorescencia con un soporte central denominado "olote". Las flores pistiladas también se encuentran de dos en dos y esto explica que el número de hileras en la mazorca siempre sea un número par, siempre y cuando el desarrollo sea normal. Cada flor está formada por un ovario, un estilo y gran cantidad de estigmas distribuidos a lo largo del estilo. La inflorescencia pistilada hasta antes de la fecundación se denomina "jilote", después de la fecundación y formación de granos tiernos en estado lechoso-masoso, constituyen el "elote", al madurar los granos y estar en condiciones de cosecha, la inflorescencia se dice que es una "mazorca" (Robles, 1986).

2.3.2.6. Fruto.

Botánicamente es un fruto en cariósipide conocido comúnmente como "semilla" o grano. Después de la fecundación cada ovario se transforma en un fruto en cariósipide que lleva en su interior una sola semilla, la cual contiene bastantes sustancias de reserva en su endospermo y lleva en su parte basal el embrión, éste se endosa al endospermo por una porción ensanchada llamada escudete, que parece representar el único cotiledón y se encarga de absorber los materiales de reserva durante la germinación (Ruiz *et al*, 1979).

2.3.2.7. Ciclo vegetativo.

El maíz es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades, encontrando algunas

precoces de 80 días, hasta las más tardías de 200 días desde la siembra hasta la cosecha (Robles, 1986).

2.4. Descripción Taxonómica y Botánica del Frijol.

2.4.1 Descripción taxonómica del frijol (asignado por Linneo, 1753 citado por Miranda, 1967 a).

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Rosales
Familia	Leguminoseae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Phaseoleae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie -	<i>vulgaris</i> L.
Nombre común	Frijol

2.4.2. Descripción botánica del frijol.

2.4.2.1 Sistema radicular y radical.

En los primeros estados de crecimiento, el sistema radicular esta formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días aparecen las raíces secundarias que se localizan en la parte alta de la raíz principal , después aparecen las raíces terciarias y otras subdivisiones, para entonces, la raíz principal se puede distinguir fácilmente por su diámetro y su posición a continuación del tallo (CIAT,1981).

Phaseolus vulgaris L. como miembro de la subfamilia Papilionoideae, presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media

del sistema radical, estos nódulos tiene forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 mm.; colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico (CIAT, 1981).

2.4.2.2 Tallo.

El tallo principal de la planta de frijol, puede ser identificado como el eje principal sobre el cual estan insertadas las hojas principales y los diversos complejos axilares, esta formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Un nudo es el punto de inserción en el tallo, de una hoja y de un grupo de yemas axilares. El entrenudo es la parte del tallo comprendida entre dos nudos. El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular. El tallo puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, de acuerdo al hábito de crecimiento de la variedad (CIAT, 1981).

2.4.2.3. Hojas.

Las hojas son de dos tipos: simples y compuestas. Están insertadas en los nudos de los tallos y las ramas laterales, mediante peciolo.

Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo principal. Son opuestas, cordiformes, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas.

Las hojas compuestas trifoliadas, son las hojas típicas del frijol. Tiene tres folíolos, un peciolo y un raquis acanalado. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado, las dos laterales también son asimétricas y acuminados (CIAT, 1981).

2.4.2.4. Inflorescencia.

Las inflorescencias pueden ser laterales o terminales. Desde el punto de vista botánico se consideran con racimos de racimos; un racimo principal compuesto de racimos secundarios. En la inflorescencia se distinguen tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, la bráctea y los botones florales (CIAT, 1981).

2.4.2.5. Flor.

La flor esta formada por 5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres y un pistilo. Esta flor es típica de las leguminosas. Sus pétalos difieren morfológicamente, pero en conjunto forman la corola (SEP, 1988).

2.4.2.6. Fruto.

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen de un ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas de *Phaseolus vulgaris* son generalmente comprimidas, delgadas y angostas y pueden tener de 4 a 10 semillas por vaina (Hidalgo y Song, 1979).

2.4.2.7. Semilla.

La semilla puede tener varias formas; cilíndrica, de riñón, esférica u otras. La semilla tiene una amplia variación de color (blanco, rojo, crema, negro, etc.), de forma y de brillo. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tienen en cuenta para la clasificación del gran número de variedades del frijol que existen (Hidalgo y Song, 1979).

2.4.2.8. Hábitos de crecimiento.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical ha considerado que los hábitos de crecimiento podrían ser agrupados en 4 tipos principales:

- a).- Hábitos de crecimiento determinado arbustivo Tipo I.
- b).- Hábitos de crecimiento indeterminado arbustivo Tipo II.
- c).- Hábitos de crecimiento indeterminado postrado Tipo III.
- d).- Hábitos de crecimiento indeterminado trepador Tipo IV.

2.4.2.9 Ciclo vegetativo.

El ciclo de vida depende de las variedades y en cierta medida de las condiciones ambientales. El frijol comun tiene un ciclo vegetativo de 80 a 100 días

para las variedades tempranas y de 130 días para las tardías, a una temperatura de 20 a 30 °C (CIAT, 1981).

2.5. La Asociación Maíz-Frijol en México.

La asociación maíz-frijol es uno de los sistemas de producción agrícola tradicional, resultado de experiencias acumuladas por miles de años, y seleccionadas con el fin de obtener los mejores resultados en el aprovechamiento de los recursos naturales; buscando no los más altos rendimientos sino el logro de una alta eficiencia productiva, considerando que no todo lo que se produce tiene un valor de cambio, sino que hay valores de uso indispensable en la economía familiar, como la diversidad de la dieta y las necesidades de forraje (Hernández y Ramos, 1977).

El sistema de producción maíz-frijol asociados, se ha venido practicando en México desde épocas precortesianas y en la actualidad sigue siendo de gran importancia en la producción de alimentos, especialmente por agricultores en pequeño (Lépiz, 1978).

En 1970 el gobierno lanzó el programa de productividad del Plan Puebla, el cual fue un experimento que tenía como objetivos comprobar si el cultivo de asociación maíz-frijol era un uso irracional de los recursos del agricultor (Lépiz, 1978 a).

A partir de 1970 se ha despertado el interés en el estudio de los sistemas tradicionales de producción agrícola, y ha surgido un reconocimiento de valor de la tecnología autóctona. Algunos investigadores han señalado la necesidad de estudiar, entender y valorar los sistemas de producción tradicionales, y de buscar la combinación de los conocimientos científicos con los empíricos tradicionales, en el

diseño de mejores opciones tecnológicas, para el uso de los recursos del pequeño agricultor (Lépiz, 1978 b).

Hasta la fecha, las investigaciones hechas sobre la capacidad asociativa del maíz y el frijol han sido de indole aplicada y más bien empíricas que científicas, ya que la finalidad de instituciones como el INIFAP y de programas como el Plan Puebla es hacer investigación aplicada (Márquez, 1977).

De acuerdo a Liebman (1987), una de las principales razones por las que los agricultores eligen la asociación de cultivos, es que con ello frecuentemente obtiene mayores rendimientos en una unidad de área, que destinándola a establecer monocultivos.

Bajo este sistema, se garantiza una producción estable a través del tiempo, de diversos productos agrícolas para la familia y si llega a haber excedentes estos se comercializan ayudando así a la economía familiar (Márquez, 1977).

Segun Augstburger (1985), una gran mayoría de los alimentos de la humanidad a nivel mundial son producidos en cultivos asociados y no obstante de ellos, los cultivos asociados hace 20 años han llamado el interés de los investigadores, ya que la literatura importante es posterior a 1970 y ésta se refiere en su mayoría al Trópico Húmedo.

2.6. Asociación Maíz-Frijol.

Si se acepta que en la asociación de cultivos maíz-frijol ocurren situaciones de complementación, como en el caso del soporte que un cultivo le presta al otro (Muñoz, 1987), y de competencia ya sea por luz, agua y nutrimentos, debe procurarse minimizar la competencia y maximizar la complementación entre las especies (Flor y Francis, 1975). Gliessman (1986), indica que si los recursos están limitados, una especie del binomio es capaz de adquirir los recursos necesarios

mejor o más pronto que el otro, y por competencia disminuir la producción de la otra. Así, aunque la intercepción de luz es mayor en las asociaciones que en los unicultivos, las reducciones en la intensidad de la luz en los estratos más bajos de la cubierta vegetal disminuyen finalmente los rendimientos de grano de ambos cultivos (Gardiner y Craker, 1981).

Herrera *et al* (1993), mencionan que para cada condición ambiental existe un binomio maíz-frijol más apropiado. En el caso del maíz las variedades criollas responden mejor en ambientes adversos.

Esquivel *et al* (1976), afirman que el maíz criollo muestra una mayor adaptación que los híbridos para prosperar en asociación con frijol, estimando esta adaptación por la mayor capacidad de rendimiento.

El fenotipo de una planta es la resultante de la interacción entre el genotipo y el ambiente. La interacción genotipo ambiente se refleja en el comportamiento diferencial, expresado en el fenotipo que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes ambientes (Márquez, 1974). La interacción en la asociación maíz-frijol trae como consecuencia aspectos favorables (competencia y sinergismo positivo) y desfavorables (competencia y sinergismo negativo); la compensación puede pertenecer a uno u otro aspecto. Estos eventos pueden presentarse simultáneamente, dependiendo del nivel y duración de los factores ambientales, de la etapa fenológica y preacondicionamiento de la planta. Así, por ejemplo, para frijol la elongación de los tallos puede verse afectada por el fotoperíodo; la maduración, por la disponibilidad de agua; el desarrollo de la planta, por la disponibilidad de nutrimentos; la floración, por la temperatura, etc. (White, 1985; Woolley y Davis, 1991).

Lépiz (1978 b), encontró con respecto a los efectos de la interacción con el maíz en la producción de área foliar del frijol, que la variedad de tipo indeterminado (N-150) y la de tipo determinado (C-107) produjeron igual cantidad de área foliar en

las siembras asociadas que en las siembras solas, siendo ligeramente mayor en las segundas.

La competencia en la asociación maíz-frijol afecta el crecimiento vegetativo del frijol; aunque no significativamente el rendimiento agronómico, a los componentes del rendimiento, ni a los porcentajes relativos de la materia seca en los diferentes órganos, y el aumento en materia seca en la lámina foliar continúa hasta la madurez fisiológica, cuando alcanza el máximo peso seco (Reta, 1986).

Francis *et al* (1976), encontraron que el frijol arbustivo o de mata redujo sus rendimientos 58% al asociarse con maíz. La reducción se debió al menor número de racimos y de vainas por planta en la asociación. El frijol indeterminado redujo sus rendimientos 85% al crecer con maíz, en comparación con el rendimiento del unicultivo con espalderas y a la misma densidad de población.

Reta (1986), apunta que la competencia por luz afectó tanto el rendimiento de grano de frijol como algunos componentes morfológicos del rendimiento. Sin embargo, no encontró diferencia estadística significativa en el rendimiento, ni sus componentes entre frijol en unicultivo y asociado. El sombreado impuesto por el maíz produjo en el frijol una tendencia a una más rápida acumulación de materia seca en los órganos reproductivos que en unicultivo, a expensas de una reducción del crecimiento vegetativo.

Francis *et al* (1978), estudiaron en 1976 el efecto de sembrar frijol de tipo mata, de semigula y de gula, asociados con maíz, el cultivo se sembró 15 días antes, al mismo tiempo y 15 días después que el frijol, respectivamente. En todos los casos no se afectó el rendimiento de maíz sembrado antes o al mismo tiempo que el frijol. Cuando el frijol se sembró antes que el maíz, este sufrió una fuerte competencia al principio y su producción se redujo de 30 a 50%, lo cual dependió del tipo de planta de frijol y del período de madurez. En el caso de las siembras hechas a la misma densidad y al mismo tiempo, la producción de maíz no redujo

por la presencia de frijol, mientras que los rendimientos de éste se redujeron en un 45 y 51% para el frijol de mata y de gula, respectivamente.

Aguilar (1978), analizó información generada por el Plan Puebla para la asociación maíz-frijol de 1973 a 1976, con el fin de generar recomendaciones sobre prácticas de producción para la asociación maíz-frijol. Al evaluar la eficiencia desde el punto de vista de uso a la tierra a través de la Razón de Superficie Equivalente (RSE), observó mayor eficiencia de la asociación maíz-frijol respecto a ambos cultivos sembrados solos; indicó que en promedio se necesita 1.22 has. con maíz y frijol solos para igualar el rendimiento de una hectárea de asociación.

Sosa (1987), realizó una investigación de maíz AN-374 de porte enano y AN-430R de porte normal con los genotipos de frijol R3-16 de tipo mata y Campeón de tipo semigula bajo los sistemas de cultivo en asociación, en franjas y en unicultivo. Obteniendo como resultados, que la altura de las plantas a través del ciclo de desarrollo fue modificada por los sistemas de cultivo en el maíz, no así en el frijol donde fue prácticamente igual, en cambio el número de hojas sufrió variación solo en los genotipos de frijol. El área foliar fue mayor en el maíz normal que en el enano, sin embargo no fue modificado por los sistemas de cultivos; en el frijol el semigula mostro mayor área foliar que el de mata. En lo que se refiere a rendimiento de grano de maíz, fue mayor al estar asociado, en seguida en unicultivo y finalmente en franjas; en el frijol el unicultivo mostró los mayores valores, seguido por los cultivos en franjas y finalmente las asociaciones, sin embargo en base al ingreso económico fueron superiores, en seguida los cultivos en franjas y finalmente los unicultivos.

Herrera *et al* (1991), realizaron un estudio de los efectos de las interacciones intra e interespecíficas sobre el rendimiento de plantas de frijol variedad Negro 150 (N-150) de hábito indeterminado y Canario 107 (C-107) de hábito determinado, y de maíz (H-30). Cuando se siembran juntas dos de frijol de la misma variedad, dos de maíz y una planta de frijol y una de maíz. Resultando en frijol para ambos tipos

de hábitos de crecimiento, que el tamaño y el peso seco de las láminas, los peciolos y el tallo se redujeron significativamente debido a las interacciones entre plantas de la misma variedad y al de una planta de maíz, siendo mayor la reducción en el segundo caso. Finalmente en el frijol fue mayor la interacción inter que la intraespecífica; en el maíz solo en los tallos secundarios la interacción intra tubo efectos significativos.

Herrera *et al* (1993), estudiarón el efecto ambiental sobre el rendimiento de grano y otras características agronómicas de la asociación maíz- frijol, utilizando tres tipos de ambientes (favorable, intermedio y desfavorable). Obteniendo que en los ambientes intermedio y desfavorable con respecto al favorable, se redujo la altura de las plantas de maíz, se modificó el tipo de frijol y se redujo el ciclo vegetativo de ambos cultivos. El frijol en los diferentes ambientes, ocasionó la disminución del rendimiento del grano y la altura de plantas de maíz con la que se asoció. En el ambiente favorable el maíz redujo el rendimiento de grano y área foliar.

2.7. Densidad de siembra en Maíz-Frijol asociados.

Francis (1977), señala que en la asociación maíz-frijol, el rendimiento de maíz no se ve afectado por el frijol; la producción aumenta cuando se determina la densidad óptima, las fechas de siembra relativas y la orientación física de ambos cultivos.

Pérez (1982), menciona que se han evaluado diferentes arreglos de maíz-frijol en siembras asociadas, y se ha determinado que lo más convenientes la distribución de 6 u 8 matas de frijol entre 2 de maíz, las cuales estarán separadas a 80 cm. y con una distancia entre surco de 85 cm.

Acosta y Sánchez (1982), mencionan que bajo las condiciones de temporal en Durango, para la asociación maíz-frijol, el mejor sistema fué la asociación de 17.5 y 70 mil plantas por hectárea de frijol y maíz respectivamente.

Chuela (1984), realizó un trabajo en Jalisco, para determinar la densidad adecuada en frijol asociado con maíz. El frijol se sembró a 20, 30, 40 y 50 mil plantas/ha., y la mejor opción fué de 50 mil plantas de frijol por hectárea. Obteniendo así los mayores rendimientos tanto en frijol como en maíz.

2.8. Fertilización de Maíz-Frijol Asociados.

Davis *et al.* (1986) mostraron que el rendimiento de leguminosas asociadas con maíz siempre disminuyó al incrementar la dosis de Nitrógeno debido a la competencia con el maíz.

En el sistema de cultivos maíz-frijol, es común la práctica de fertilizar con nitrógeno, con lo cual debe inhibirse la actividad de *Rhizobium* (Ferrera-Cerrato *et al.* 1990). Sin embargo, el efecto inhibitor también es resultado del sombreado y se incrementa con crecientes aplicaciones de nitrógeno, por lo que el papel que juega el nitrógeno aplicado vs sombreado podría no estar claramente separado (Barker y Francis, 1986).

Ferrera-Cerrato *et al.* (1990), citan el trabajo de López *et al.* (1984), en el que en la asociación maíz-frijol se evaluaron tres cepas de *Rhizobium phaseoli* bajo dosis crecientes de nitrógeno aplicado al suelo (0, 20, 40, 60 y 80 kg/ha⁻¹). En ese trabajo encontraron que: a medida que aumentó la dosis de nitrógeno, disminuyó el número de nódulos. Por lo que se demuestra que hay cepas de *Rhizobium* capaces de nodular en presencia de dosis altas de nitrógeno mineral, por lo que es posible aportar al cultivo una fuente adicional de nitrógeno.

Flores (1992), menciona que en la asociación maíz-frijol, ambos cultivos responden a la fertilización con nitrógeno y fósforo de manera similar a los monocultivos.

Chuela (1984), realizó un trabajo en Jalisco, para determinar las dosis óptimas económicas de N-P-K en frijol asociado con maíz. Se realizaron fertilizaciones de 80-20-00 y 80-40-00 de NPK, en dos localidades; resultando la mejor opción 80-40-00, obteniendo así los más altos resultados.

2.9. Asociación Maíz-Frijol y su Relación con Plagas y Enfermedades.

Romero (1964), llevó a cabo un estudio de asociación maíz-frijol con el objeto de hacer observaciones de la incidencia de plagas y enfermedades, utilizando para ello una variedad de maíz y seis variedades de frijol de guala. Encontrando que existe menos frecuencia de plagas y enfermedades en maíz-frijol asociados.

Sánchez (1977), realizó un trabajo de frijol asociado con maíz, con la finalidad de observar la respuesta de la conchuela (*Epilachna varivestis* Muls.) y el picudo del ejote (*Apion* spp), y su crecimiento de la población. Resultando que se encontró más conchuela en las variedades tardías que en las precoces. En cambio con el picudo del ejote ocurre lo contrario. La conchuela se concentra más en el frijol solo que en el frijol asociado, mientras que con el picudo del ejote ocurre lo contrario cuando se trata de variedades de guala. La conchuela tiende a concentrarse más en el frijol fertilizado que en frijol sin fertilizar, mientras que el picudo del ejote no presenta preferencia por ninguno de los dos.

De la Paz (1984), realizó un trabajo en los altos de Jalisco, para determinar las poblaciones presentes en la asociación maíz- frijol. Encontrando que en las especies de insectos que incidieron más severamente fueron: *Diabrotica* spp., *Empoasca* spp. y *Trialeurodes vaporariorum* ; *Epilachna varivestis*. *Apion godmani* y *Epicauta* sp.

Montes (1979), realizó un experimento para estudiar la influencia de 4 sistemas de producción (frijol en monocultivo, con y sin espalderas, frijol en asociación con maíz precoz y maíz tardío) en el desarrollo de las enfermedades causadas por *Uromyces phaseoli* var. *typica*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Pseudomonas phaseolicola* y *Xanthomonas phaseoli*. La infección por roya y anublo del halo fue mayor en los sistemas de frijol en monocultivo que en el frijol en asociación con maíz. De antracnosis presentaron síntomas muy leves, los cuales se detectaron con dificultad en los sistemas asociados y con más facilidad en los monocultivos. En todas las variedades el número de vainas, semillas y el peso de semillas por planta fueron mayores en la asociación que en el monocultivo.

2.10. Ventajas de la Asociación Maíz-Frijol.

“Un mejor uso de los recursos”, expresa en un unicultivo no es capaz de explorar y explotar todos los recursos que se encuentran en el ambiente, dicho en palabras de Vandermeer (1989).

Vandermeer (1989), plantea los principios de “producción competitiva” y de “producción facilitativa”, análogas al principio de exclusión competitiva en Ecología, para explicar el comportamiento de los cultivos asociados:

Principios de producción competitiva: Cuando una especie tiene un efecto sobre el ambiente que causa una respuesta negativa en la otra especie.

Principios de producción facilitativa: Cuando el ambiente de una especie es modificado de manera positiva por una segunda especie, tal que la primera es ayudada por la segunda.

Quizá la mayor ventaja de los cultivos asociados desde el punto de vista del agricultor, sea el hecho de que estos sistemas se constituyen en un “seguro” contra el fracaso de alguno de los cultivos, especialmente en áreas expuestas a sufrir

heladas, inundaciones o sequías, de tal forma que si uno de los cultivos es dañado en etapas tempranas del ciclo del cultivo, el otro puede compensar las pérdidas (Altieri, 1987).

Por su parte Lépiz (1978 b), resume las ventajas de los cultivos asociados en las siguientes:

- a).- Existe una mayor flexibilidad en las necesidades de mano de obra en las labores de cultivo y cosecha durante el año.
- b).- Existe una mayor flexibilidad en la utilización de los recursos de capital.
- c).- Se hace uso máximo de los recursos ecológicos en tiempo y espacio.
- d).- Se maximiza la producción económica por unidad de área.
- e).- Existe una mayor protección del suelo contra la erosión, por el mayor tiempo de cobertura vegetal.
- f).- Se mantiene la fertilidad del suelo por la inclusión de la leguminosa en la asociación.
- g).- Hay un mejor control de malezas por efecto del sombreado
- h).- Existe un mejor balance nutricional en la dieta familiar por haber disponibilidad de ambos alimentos.

2.11. Desventajas de los Cultivos Asociados.

En cuanto a las desventajas Lépiz (1978 b), menciona que:

- a).- Existe una mayor dificultad para la realización de las prácticas culturales, como aplicación de insecticidas, deshierbes y labores de cosecha.
- b).- Se requiere más mano de obra.
- c).- La cosecha no se puede mecanizar.

MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Sitio Experimental.

El experimento se estableció durante el ciclo primavera-verano de 1995 en el campo experimental de la U.A.A.A.N., Buenavista, Saltillo, Coah., a una latitud de 25° 23' N, una longitud de 101° 00' W y a una altitud de 1743 msnm (Depto. De Agrometeorología de la U.A.A.A.N). El lote experimental constó de aproximadamente 330 m² con riego por gravedad, utilizando agua reciclada.

3.2. Descripción del Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos: maíz-frijol intercalado (T1), maíz como testigo (T2) y frijol como testigo (T3), con cuatro y veinte repeticiones cada uno de los tratamientos, pero se analizó por separado el testigo maíz contra el intercalado y el testigo frijol contra el intercalado, lo cual generó solo dos tratamientos; cuyo modelo es:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2, 3$ tratamientos.

$j = 1, 2, 3, 4, \dots, 19, 20$ repeticiones.

Donde:

Y_{ij} = variable aleatoria observable del i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición.

M = media general.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

El lote experimental se dividió en 12 parcelas, cada una de ellas constó de 4.5 m. de ancho por 4 mts de largo con una separación de 1m. entre ellas (Fig. 1).

Dentro de las parcelas que comprenden la asociación (T_1) las distancias entre plantas de maíz fueron de 20 cm. y entre surcos de 90 cm. Las distancias para el frijol fueron de 10 cm. entre plantas y 30 cm. entre surcos.

Dentro de las parcelas que comprenden los testigos (T_2 y T_3) las distancias tanto para maíz como para frijol fueron de 20 cm. entre plantas y 90 cm. entre surcos.

3.3. Características Agronómicas del Frijol Pinto Americano.

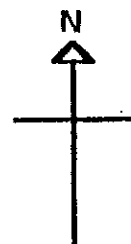
El frijol variedad pinto americano tiene un ciclo vegetativo de 97 días, la época de siembra se realiza a partir del 25 de marzo al 15 de junio, se emplea una densidad de siembra de 50 a 60 kgs/ha y a una distancia entre surco de 60 a 76 cm. (CIANO, 1977).

3.4. Características Agronómicas del Maíz ASPROS 951.

El híbrido AS 951 tiene un ciclo vegetativo intermedio, la altura de las plantas es normal, el color del grano es blanco-semicristalino, la adaptación es de 0 a 1800 msnm, se recomienda sembrar en los Estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Querétaro, Zacatecas, Durango, Aguascalientes, Chihuahua, Morelos, Sinaloa, San Luis Potosí, Coahuila, Sonora y Guerrero. Las plantas presentan tolerancia a *Fusarium*, *Helmintosporium* y al carbón de la espiga. La semilla fué tratada con rodamina, K-obiol, y carbocaptan. Categoría: verificada (ASPROS, 1995).

Fig. 1. Distribución de las Parcelas en el Lote Experimental.

T1 R4	T2 R4
T1 R3	T3 R4
T2 R3	T3 R3
T1 R2	T3 R2
T3 R1	T2 R2
T2 R1	T1 R1



T₁= Intercalación Malz-Frijol.

T₂= Testigo Malz.

T₃= Testigo Frijol.

3.5. Características del Agua de Riego.

Presenta un pH ligeramente alcalino (8 en su escala), con una conductividad eléctrica de 730 Umho/cm² (salinidad), grasas y aceites de 35.55 mg/lit., sustancias activas al azul de metileno 0.641 ppm (sustancias tóxicas), número de germénes por gramo o ml. 21 000 germ/g., coliformes (+) NMP=> 110, estafilococo patogeno (-), salmonella (-) y pseudomonas (-). De acuerdo a la ley de aguas para riego es aceptable en experimentación y las hortalizas (datos proporcionados por el Ing. Francisco Dávila, encargado del proyecto Stanpa en la Laguna de Oxidación de la U.A.A.N.; con análisis de la Facultad de Ciencias Químicas de la U.A. de C.).

3.6. Siembra de Frijol y Maíz

La siembra que se realizó primero fué la del frijol el 24 de mayo de 1995 tanto en las parcelas de intercalación como en las de testigos, dejando los surcos libres que corresponden a la siembra del maíz. En la siembra de frijol intercalado se depositaron 2 semillas cada 10 cm y la distancia entre surco fué de 30 cm. Para el testigo de frijol se depositaron dos semillas cada 20 cm. y la distancia entre surcos fué de 90 cm.

La siembra de maíz se llevó a cabo el 2 de junio de 1995, 9 días después de la siembra de frijol. Tanto para el maíz intercalado como para el testigo de maíz se depositaron dos semillas cada 20 cm. y la distancia entre surcos fué de 90 cm.

3.7. Manejo del Cultivo.

3.7.1. Nivelación: Se efectuó el 24 de mayo de 1995, antes de llevarse a cabo la siembra del frijol (testigo e intercalación)

3.7.2. Riegos: El riego de presembrado se llevó a cabo el 21 de mayo de 1995; una vez que el frijol y el maíz emergieron se realizó el primer riego de auxilio, el cual fué el 16 de junio de 1995, a partir de esta fecha los riegos de auxilio fueron cada 20 días.

3.7.3. Desahije: El desahije se llevó a cabo el 19 de junio de 1995, y consistió en eliminar una planta tanto de maíz como de frijol.

3.7.4. Escardilla: Las escardillas consistieron en aflojar la tierra con el azadón para permitir mayor aereación a el suelo y a las plantas, estas se realizaron despues de cada riego de auxilio.

3.7.5. Aporque: El aporque consistió en arrimar tierra con el azadón a la planta para evitar el acame tanto a las plantas de maíz como a las de frijol.

3.7.6. Deshierbes: Los deshierbes consistieron en eliminar plantas no deseables para el cultivo, estos se realizaron con el azadón en cada una de las parcelas.

3.7.7. Aplicación de pesticidas:

14 de junio de 1995. Primera aplicación; dosis por parcela.

1.8 c.c. de Metamidofos.

1.64 gr. de Carbaryl 80.

0.82 gr. de Fertilizante Foliar (GROFOL).

23 de junio de 1995. Segunda aplicación; dosis por parcela.

1.67 c.c. de Coadyuvante.

3.34 c.c. de Oxidimeton metil.

3.34 gr. de Metamidofos.

3.34 gr. de Fertilizante foliar (Grofol).

2.50 gr. de Carbaryl 80.

1.25 gr. de Thiabendazol.

1.25 gr. de Metalaxil.

13 de julio de 1995. Tercera aplicación; la dosis empleada en esta aplicación fue igual a la segunda para todas las parcelas.

01 de agosto de 1995. Cuarta aplicación; dosis por tratamientos:

T₁ = 2.36 T₂ = 1.26 T₃ = 0.97 c.c. de Cipermetrina.

T₁ = 1.57 T₂ = 0.84 T₃ = 0.65 gr. de Benomil.

T₁ = 1.57 T₂ = 0.84 T₃ = 0.65 gr. de Brestan.

T₁ = 2.36 T₂ = 1.26 T₃ = 0.97 gr. de Fertilizante foliar.

13 de agosto de 1995. Quinta aplicación; dosis por tratamiento:

T₁ = 2.36 T₂ = 1.26 T₃ = 0.97 c.c. de Cipermetrina.

T₁ = 1.57 T₂ = 0.84 T₃ = 0.65 gr. de adherente.

T₁ = 1.57 T₂ = 0.84 T₃ = 0.65 gr. de Fertilizante foliar.

3.8. Parámetros Evaluados en el Cultivo del Maíz.

3.8.1. Altura de las plantas: En las plantas de maíz se empezó a medir la altura cuando la mayoría de ellas emergieron; tanto en el T₁ como en el T₂ se llevó a cabo a partir del 17 de junio al 26 de agosto de 1995.

La toma de datos consistió en tomar cinco plantas al azar de cada una de las parcelas de los dos tratamientos cada ocho días, las cuales se midieron desde la base del suelo hasta la parte terminal de la hoja.

3.8.2. Número de hojas por plantas: Las plantas que fueron seleccionadas para medir la altura en el T₁ y en el T₂ también se seleccionaron para el conteo de hojas (número de hojas por cada planta), y ésto se llevó a cabo del 17 de junio al 26 de agosto de 1995.

3.8.3. Longitud de las hojas: La toma de datos para la longitud de las hojas de maíz consistió en tomar las cinco plantas que fueron seleccionadas al azar para medir su altura. Esto se llevó a cabo midiendo desde la base de la hoja hasta la parte terminal de la misma, y se efectuó del 17 de junio al 26 de agosto de 1995.

3.8.4. Número de plantas: El conteo de las plantas se llevó a cabo el día de la cosecha (19 de septiembre de 1995), consistió en contar las plantas de la parcela útil de los dos tratamientos.

3.8.5. Número de elotes por planta: Después de cortar las plantas de maíz se procedió a contar el número de elotes de cada una de las parcelas de los dos tratamientos.

3.8.6. Peso de las plantas: Consistió en pesar todas las plantas de la parcela útil de los dos tratamientos.

3.8.7. **Peso de elotes:** Después de efectuarse el conteo de elotes, se procedió a pesar el número total de elotes de la parcela útil de los dos tratamientos.

3.8.8. **Peso del forraje:** Para obtener el peso del forraje se sumo la media total del peso de elotes más la media total del peso de las plantas en el T₁ y en T₂, esto considerando que es la parcela util de los dos tratamientos. Para obtener el peso total de forraje por hectárea se efectio una regla de tres simple en los dos tratamientos.

3.9. Parámetros Evaluados en el Cultivo del Frijol.

3.9.1. **Altura de las plantas:** En las plantas de frijol se empezó a medir la altura cuando aparecieron las primeras hojas verdaderas y consistió en medir desde la base del suelo hasta la parte terminal de la hoja. Para el T₁ y T₃ se seleccionaron al azar cinco plantas de frijol para su medición, así mismo cada ocho días se llevó a cabo la selección al azar para la toma de datos. Las lecturas tomadas iniciaron el 10 de junio y finalizaron el 12 de agosto de 1995.

3.9.2. **Número de vainas por planta:** Para obtener el número de vainas por planta se procedió a seleccionar cinco plantas al azar y contar cuantas vainas tenia cada una de ellas en el T₁ y en el T₃.

3.9.3. **Número de granos por planta:** Después de contar las vainas se procedió a desvainar y contar los granos de cada planta, sumar los granos de las cinco plantas y sacar una media en cada parcela de los dos tratamientos de la parcela útil.

3.9.4. **Peso de las plantas:** Se seleccionaron cinco plantas al azar de la parcela util del T₁ y el T₃ y se procedió a pesarlas para obtener este dato.

3.9.5. **Peso del grano:** Se pesaron los granos de las plantas seleccionadas y se obtuvo una media en el T₁ y T₃ para el análisis correspondiente.

3.10. Rendimiento del Frijol y del Maíz.

3.10.1. Rendimiento del frijol:

El frijol, tanto del T₁ como del T₃ se cosecho el 16 de agosto de 1995. Se seleccionaron 20 plantas por tratamiento (cinco plantas por cada repetición), se contaron las vainas por planta en cada una de las repeticiones en los dos tratamientos, las vainas se secaron con el sol para poder desvainar, en las repeticiones de los dos tratamientos se contaron los granos que tenían las vainas de cada planta, después se pesaron las plantas de cada una de las repeticiones de los dos tratamientos.

El 23 de agosto de 1995 se cosecharon las plantas que se quedaron en el experimento (maduración tardía) y se incorporaron para el peso de granos y plantas.

3.10.2. Rendimiento del maíz:

La cosecha de maíz en el T₁ y en el T₂ se efectuó el 19 de septiembre de 1995, lo que se llevó a cabo fue: cortar las plantas de maíz con machete, contar el número de plantas, número de elotes, peso de elotes y peso de las plantas en cada una de las repeticiones de los dos tratamientos. Posteriormente se obtuvo el peso de forraje sumando la media del peso de elotes y la media del peso de las plantas en cada uno de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

De los parámetros evaluados, la altura de las plantas del maíz (cm.) de los tratamientos 1 y 2 (intercalación y testigo respectivamente) se llevó a cabo a partir del 17 de Junio al 26 de Agosto de 1995 (Cuadro 1 y 2). La altura de las plantas en la intercalación maíz-frijol (T_1) con respecto al testigo (T_2) durante el desarrollo del cultivo fueron mejor desde el inicio de las lecturas hasta la finalización de las mismas, la diferencia de alturas oscilo entre 5 y 30 cm. Para el Análisis de Varianza se tomo el último día de los datos obtenidos de la altura de las plantas de los dos tratamientos. Estadísticamente el T_1 y el T_2 no presentan significancia (Tabla 1).

Cuadro 1. Altura de plantas de maíz (cm.) en la intercalación maíz-frijol.

FECIAS REPETICIONES	17 JUN	24 JUN.	01 JUL	08 JUL	15 JUL	22 JUL	29 JUL	05 AGO	12 AGO	19 AGO	26 AGO
R1	13.2	30.9	52.6	77.8	96.2	117.2	166.8	198.8	234.2	260.0	290.0
R2	17.3	40.8	65.9	71.7	115.8	158.0	197.2	220.4	252.6	277.1	302.0
R3	20.0	44.0	69.0	94.1	130.5	169.0	178.6	233.0	247.2	278.4	315.0
R4	17.9	43.4	66.8	88.3	123.1	160.0	195.8	217.6	248.0	274.0	305.0

Cuadro 2. Altura de las plantas de maíz (cm) en el testigo.

FECIAS REPETICIONES	17 JUN.	24 JUN.	01 JUL.	08 JUL.	15 JUL.	22 JUL.	29 JUL.	05 AGO	12 AGO.	19 AGO	26 AGO
R1	13.2	30.9	52.6	77.8	96.2	117.2	166.8	198.8	234.2	260.1	290.0
R2	13.5	31.7	48.2	51.9	79.6	108.4	150.4	189.2	222.0	247.9	276.0
R3	17.6	37.9	60.3	77.7	120.8	161.0	195.4	228.8	249.0	279.0	315.0
R4	12.1	25.2	39.2	56.6	86.0	117.4	143.8	194.2	212.2	258.0	274.0

Tabla 1. Análisis de varianza de la Altura de las plantas de maíz del T₁ y del T₂.

CV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	406 125000	406 125000	1.7546	0.233 NS
ERROR	6	1388 750000	231 458328		
TOTAL	7	1794 875000			

C.V. = 5.14% NS= No significativo

En el número de hojas de las plantas de maíz de los T₁ y T₂, se seleccionarán al azar un total de 20 plantas por cada repetición el 26 de agosto de 1995. En el T₁ el número de hojas por planta fué de 16 a 20, mientras que en el T₂ fué de 14 a 20 (Cuadro 3). De acuerdo al análisis de varianza no hay significancia en los tratamientos (Tabla 2).

Cuadro 3. Número de Hojas de 20 Plantas de Maíz en el T₁ y T₂.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
T1	17	17	18	17	16	19	17	18	20	18	18	18	19	17	17	19	16	17	17	17
T2	16	14	14	17	18	19	18	17	18	16	20	20	19	18	18	17	18	18	15	17

Tabla 2. Análisis de Varianza del Número de Hojas de las Plantas de Maíz del T₁ y T₂.

CV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0 625000	0 625000	0.3152	0.584 NS
ERROR	38	75 349609	1 982884		
TOTAL	39	75 974609			

C.V. = 8.06% NS= No significativo

En la longitud de las hojas de maíz se muestrearon las mismas plantas utilizadas para evaluar el número de hojas el 26 de agosto de 1995. En la medición

de las hojas de los dos tratamientos, la longitud fué de 100 a 120 cm. por planta (Cuadro 4). En el análisis de varianza el T₁ y T₂ son iguales estadísticamente, por lo que no presentan significancia alguna (Tabla 3).

Cuadro 4. Longitud de Hojas (cm.) de 20 Plantas de Maíz en el T₁ y T₂.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
										10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T1	120	115	105	115	110	120	110	115	120	115	110	115	115	100	100	110	115	110	105	115
T2	120	100	100	115	110	120	110	100	110	110	120	105	115	100	110	105	110	110	100	105

Tabla 3. Análisis de Varianza de la Longitud de las Hojas de las Plantas de Maíz del T₁ y T₂.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	105 625000	105 625000	2 5667	0 114 NS
ERROR	38	1163 750000	41 1513180		
TOTAL	39	1669 375000			

C.V. = 5.81. NS= No significativo

El conteo de elotes por parcelas se efectuó el 19 de septiembre de 1995 en el campo experimental. El número de elotes para T₁ fué de 84 a 103 y en el T₂ de 85 a 106 (Cuadro 5 y 6). Estadísticamente los dos tratamientos no presentan significancia alguna (Tabla 4).

Cuadro 5. Datos Generales del Número de Elotes, Número de Plantas, Peso de Elotes y Peso de las Plantas de la Intercalación Maíz-Frijol.

REPETICIONES	No. ELOTES	No. PLANTAS	PESO DE ELOTES (Kg)	PESO DE PLANTAS (Kg)
R1	93	56	31 79	65 9
R2	103	56	40 92	76 3
R3	89	57	37 18	72 5
R4	84	58	28	60 8

Cuadro 6. Datos Generales del Número de Elotes, Número de Plantas, Peso de Elotes y Peso de las Plantas del Testigo Maíz.

REPETICIONES	No. DE ELOTES	No. DE PLANTAS	PESO DE ELOTES (Kg)	PESO DE PLANTAS (Kg)
R1	98	55	27.72	64.3
R2	106	55	33.11	66.3
R3	85	56	41.8	65.1
R4	88	57	39.8	66.9

Tabla 4. Análisis de Varianza del Número de Elotes del T₁ y T₂.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	8.000000	8.000000	0.1018	0.757 NS
ERROR	6	471.500000	78.583333		
TOTAL	7	479.500000			

C.V.= 9.51%

NS= No significativo

El peso de las plantas de maíz se llevó a cabo en el campo el 19 de septiembre de 1995. Las plantas en el T₁ pesaron de 60.8 a 76.3 kg., mientras que en el T₂ fué de 64.3 a 66.9 kg. (Cuadro 5 y 6). De acuerdo al análisis de varianza no hay diferencia significativa en los tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de Varianza del Peso de las Plantas de Maíz del T₁ y T₂.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	20.804688	20.804688	0.8524	0.606 NS
ERROR	6	146.437500	24.406250		
TOTAL	7	167.242188			

C.V.=7.34%

NS= No significativo

El peso de elotes por parcela también se llevó a cabo en el campo el 19 de septiembre de 1995. El peso de elotes en el T₁ fue de 28 a 40.92 kg. y en el T₂ fue de 27.72 a 41.8 kg. (Cuadro 5 y 6). Estadísticamente no existe diferencia significativa en los tratamientos (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de Varianza del Peso de Elotes del T₁ y T₂.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	2.690430	2.690430	0.0723	0.791 NS
ERROR	6	223.209961	37.201660		
TOTAL	7	225.900391			

C.V = 17.40 %

NS= No significativo

En lo referente al forraje se tomo la media de los tratamientos del T₁ y T₂ del peso de elotes y peso de las plantas para obtener el peso total de forraje de la parcela útil y el peso total de forraje extrapolado a una hectárea (Cuadro 7). Estos datos se obtuvieron mediante las siguientes fórmulas.

$$PTF = PE + PP$$

Donde:

PTF= Peso total de forraje (kg.).

PE= Peso de elotes (kg.).

PP= Peso de las plantas (kg.).

La parcela útil fue de 10.8 m. cuadrados.

Para extrapolar el PTF a una hectárea se realizó una regla de tres simple.

Cuadro 7. Peso del Forraje de las Plantas de Maíz de la Parcela útil y de lo extrapolado a una hectárea del T₁ y T₂

TRATAMIENTOS		R1	R2	R3	R4	MEDIA	PIF (KG) (10.8m ²)	PTF (KG) (10,000 m ²)
T ₁	PE	31.79	40.92	37.18	28	34.47	103.35	95,694.4
	PP	65.9	76.3	72.5	60.8	68.88		
T ₂	PE	27.72	33.11	41.8	39.8	35.87	101.52	94,000
	PP	64.3	66.3	65.1	66.9	65.65		

De los parámetros evaluados en el cultivo del frijol, la altura de las plantas (cm.) fué tomada desde el 10 de junio hasta el 12 de agosto de 1995, la última lectura fué la que se tomó para realizar el análisis estadístico (Cuadro 8 y 9). Estadísticamente si existe alta significancia en el análisis de varianza con $\alpha = 0.01$ (Tabla 7). La altura de las plantas en la intercalación maíz-frijol fué mejor que el testigo en la comparación múltiple de las medias por el método de Tukey (Tabla 8 y Fig. 2).

Cuadro 8. Altura de las Plantas de Frijol de la Intercalación Maíz-Frijol.

FECHAS	10	17	24	01	08	15	22	29	05	12
REPET.	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	AGO	AGO
R1	8.3	13.9	22.7	34.9	46.5	45	46.4	35.1	49	52.2
R2	8.6	14.2	18.7	25.4	31.6	40.8	52.8	46.4	49.2	60
R3	10.2	20.2	27.4	34.6	51.2	57	63	53.2	64.6	57.2
R4	10.2	23.3	29.0	35.8	56.7	59.3	64.4	59	55.2	61.6

Cuadro 9. Altura de las Plantas del Frijol del Testigo.

FECHAS	10	17	24	01	08	15	22	29	05	12
REPET.	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	AGO	AGO
R1	8	11.4	15.9	21.2	23.7	26.4	28.6	36.6	34.2	35.2
R2	9.1	18.6	23.8	28.9	30.8	32.6	36.2	32.0	33.2	39.6
R3	10.2	17.4	23.2	28.0	30.4	33.2	37.4	34.8	39.8	40.4
R4	10	16.5	20.3	24.0	28.8	28.0	28.0	30.2	33.6	35.8

Tabla 7. Análisis de varianza de la altura de las plantas de frijol del T₁ y T₃.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	792.015625	792.015625	69.0919	0.00 **
ERROR	6	68.779297	11.463216		
TOTAL	7	860.794922			

C.V.= 7.10. ** Altamente significativo al 1%

Tabla 8. Comparación de medias de la altura de las plantas de Frijol del T₁ y T₃.

TRATAMIENTO	REPET.	MEDIA
1	20	57.6500 A
3	20	37.7500 B

Para llevar a cabo el análisis del número de vainas por planta de frijol de T₁ y T₃ se consideraron 20 plantas por cada tratamiento y a los datos se les sacó \bar{x} (Cuadro 10). De acuerdo al análisis de varianza no existe significancia (Tabla 9).

Cuadro 10. Número de Vainas por Planta de Frijol del T₁ y T₃.

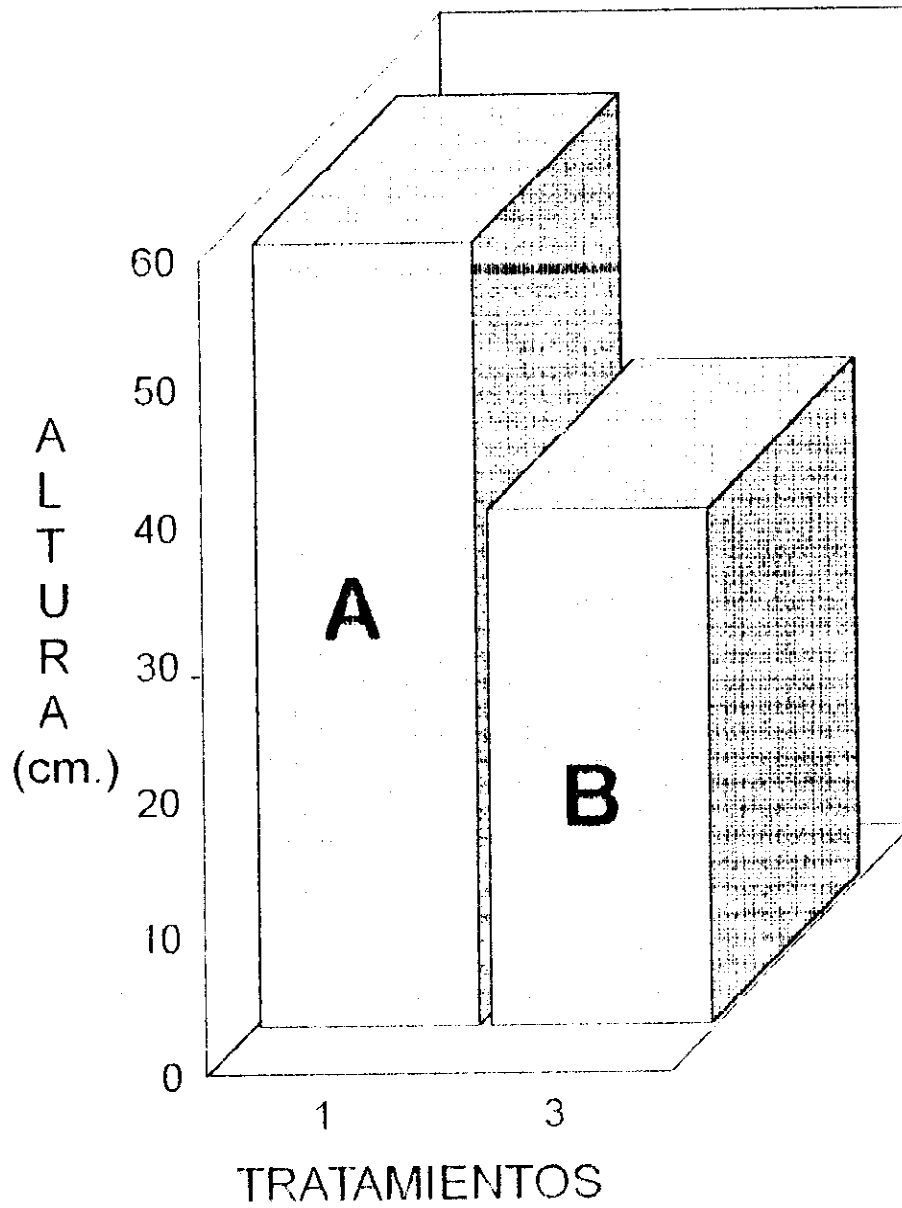
T1	3	3	3.16	3.87	3.87	4.79	6.16	4.58	3.6	4.0
	3.87	3.31	2.44	3.87	3.6	3.74	3.87	3.74	3	3.16
T3	3.87	4.24	3.87	5.56	5.38	3.46	4.12	3.46	5.56	6.08
	4	3.87	4.24	3.87	3.46	3.6	3.6	3	3.87	2.82

Tabla 9. Análisis de Varianza del Número de Vainas de las Plantas del Frijol del T₁ y T₃.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	1.332031	1.332031	1.8917	0.174 NS
ERROR	38	26.757996	0.704158		
TOTAL	39	28.090027			

C.V.=21.44% NS= No significativo

FIG. 2. COMPARACION DE LA ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS DE FRIJOL DEL T1 Y T3



En el número de granos por planta de frijol del T₁ y T₃ se consideraron 20 plantas por cada tratamiento y a los datos se les sacó \bar{x} para poder realizar el análisis estadístico (Cuadro 11). En el análisis de varianza los tratamientos 1 y 3 no tienen significancia (Tabla 10).

Cuadro 11. Número de Granos por Planta de Frijol del T₁ y T₃.

T ₁	6.08	5.38	5.91	8.6	7.28	9.21	12.6	9.11	7.48	7.41
	7.28	6.92	4.47	6.92	7.61	8	7.81	7.61	6.63	6.55
T ₃	6.08	7.87	5.56	9.69	9.38	5.29	6.55	5.74	9.69	10.7
	4.89	6.08	6.16	6.78	5.91	6.65	5.47	4.58	5.65	4.79

Tabla 10. Análisis de varianza del número de granos por planta de frijol del T₁ y T₃.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	6.699463	6.699463	2.1638	0.146 NS
ERROR	38	117.655396	3.096195		
TOTAL	39	124.354858			

C.V.= 25.01%

NS= No significativo

En relación al peso de las plantas de frijol (gr.), también se consideraron 20 plantas para el tratamiento 1 y 3 y se les sacó \bar{x} (Cuadro 12). Estadísticamente si existe diferencia altamente significativa con $\alpha=0.01$ (Tabla 11). Al hacer la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, la intercalación Maíz-Frijol fué mejor que el Testigo en el peso de las plantas de frijol (Tabla 12 y Fig. 3).

Cuadro 12. Peso de las plantas de frijol (gr.) de los T₁ y T₃.

T ₁	3.73	3.33	3.39	5.10	4.40	4.67	7.00	4.63	4.04	4.32
	4.24	4.23	2.27	4.13	4.29	4.67	4.69	4.72	4.15	4.01
T ₃	2.37	3.40	3.03	5.09	5.28	2.73	3.74	3.32	3.80	5.68
	2.79	3.49	3.27	3.57	3.42	3.07	3.03	2.09	2.71	2.77

Tabla 11. Análisis de varianza del peso de las plantas de frijol del T₁ y T₃.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	7.534058	7.534058	8.9928	0.005**
ERROR	38	31.835876	0.837786		
TOTAL	39	39.369934			

C.V.=49.94% ** Altamente significativo al 1%

Tabla 12. Comparación de medias de peso de plantas de Frijol del T₁ y T₃.

TRATA.	REP.	MEDIA
T1	20	4.3005 A
T3	20	3.4325 B

En el peso de granos (kg.), se consideraron 20 plantas de frijol para cada tratamiento. Al realizar el análisis de varianza con $\alpha=0.01$ se encontraron diferencias altamente significativas en el frijol intercalado con respecto al frijol como testigo (Tabla 13). Al llevar a cabo la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, el frijol intercalado fue mejor que el Testigo de Frijol (Tabla 14 y Fig. 4).

Tabla 13. Análisis de Varianza del Peso de Granos del Frijol del T₁ y T₃.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	6.9302	6.9302	8.5437	0.006**
ERROR	38	30.8240	0.8111		
TOTAL	39	37.7543			

C.V.= 23.16% ** Altamente significativo al 1%

Tabla 14. Comparación de medias del peso del grano

TRATAM	REPET	MEDIA
T1	20	4.3046 A
T3	20	3.4721 B

FIG. 3. COMPARACION DEL PESO PROMEDIO DE LAS PLANTAS DE FRIJOL DEL T1 Y T3

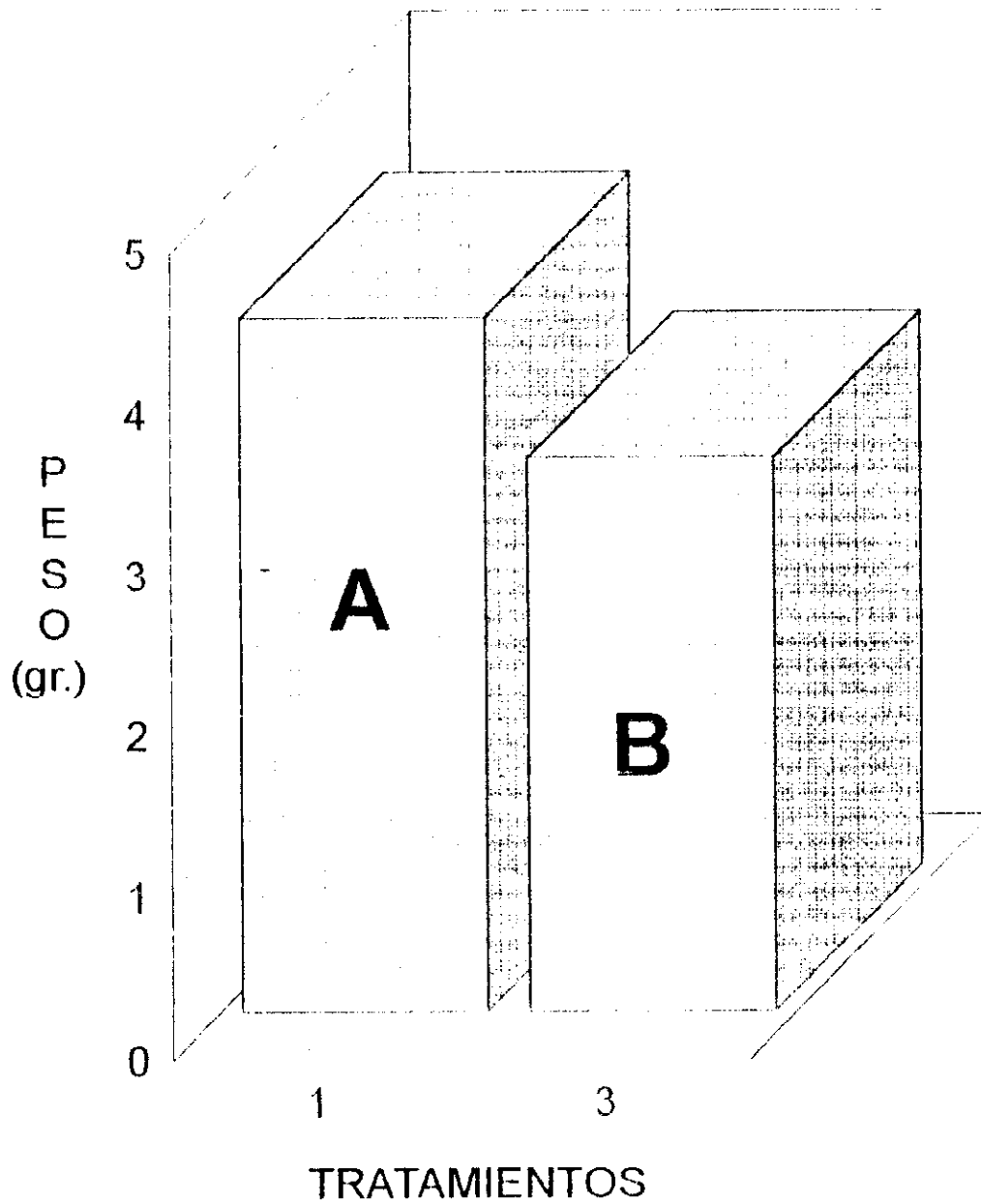
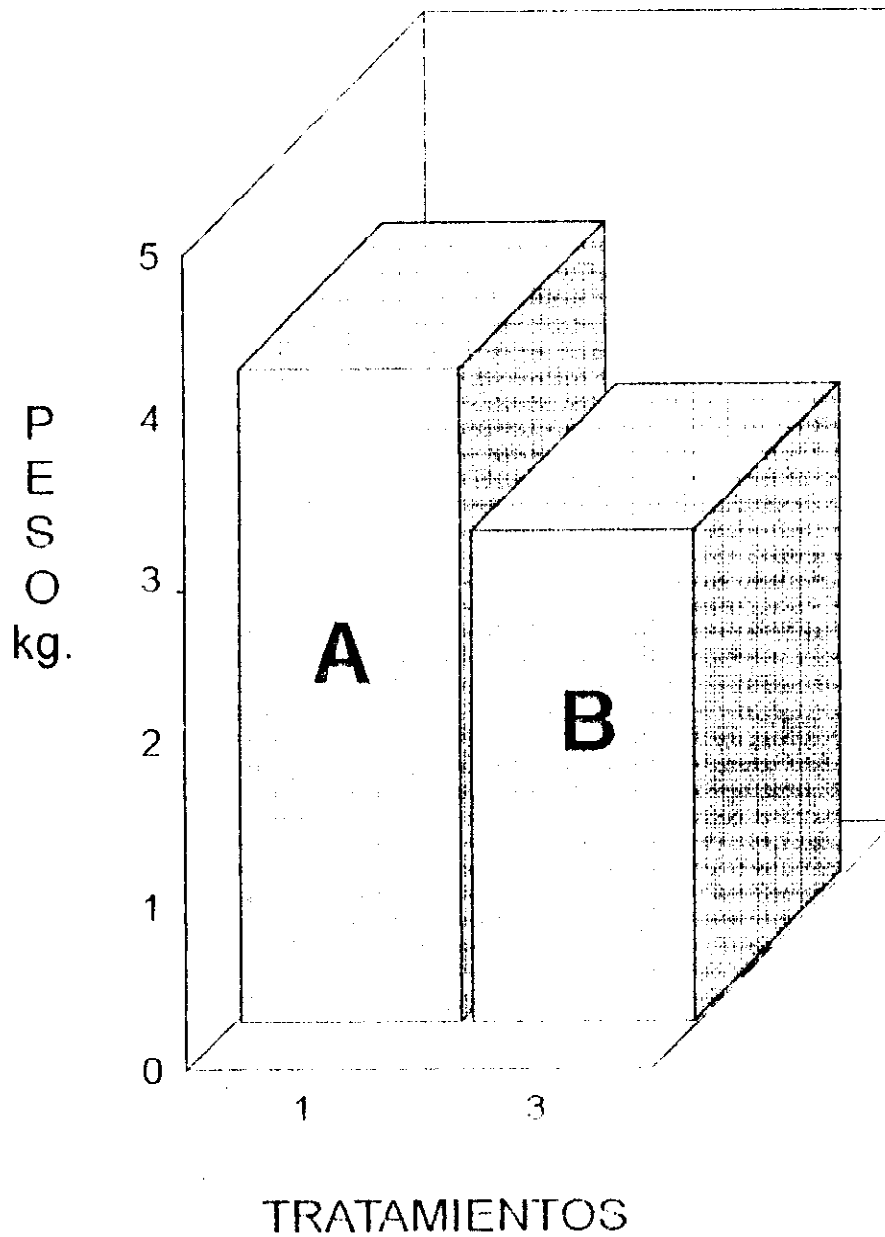


FIG. 4. COMPARACION DEL PESO PROMEDIO DE GRANOS DE FRIJOL DEL T1 Y T3



ANÁLISIS ECONÓMICO.

Al llevar a cabo el análisis económico se puede observar que los costos difieren en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 13. Relación de costos en cada una de las actividades desempeñadas en el T₁.

ACTIVIDAD	CANT.	COSTO/ UNIDAD	COSTO TOTAL
Rastra	2	75	150
Nivelación	1	75	75
Riegos	8	25	200
Siembra	6	15	90
Escardas	9	15	135
Deshierbes	9	15	135
Aspersiones	5	25	125
Cosecha	4	15	60
		Total	N\$= 970

En el T₁ la siembra y las escardas no se pueden realizar en forma mecánica debido a que no existe la maquinaria adecuada para este tipo de siembra. Los datos antes mencionados están extrapolados a una hectárea.

Cuadro 14. Relación de costos de las actividades realizadas para los T₂ y T₃.

ACTIVIDAD	CANT.	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL
Rastra	2	75	150
Nivelación	1	75	75
Riegos	4	25	200
Siembra	1	80	80
Escardas	3	75	225
Deshierbes	3	15	135
Aspersiones	5	25	125
Cosecha	4	15	60
		Total	N\$= 1,050

El costo por hectárea de las actividades en los dos tratamientos es el mismo y las escardas y la siembra se pueden realizar con maquinaria. Estos datos están extrapolados a una hectárea. Los jornales en las zonas ejidales es de N\$ 15.00.

Insumos. Dentro de los insumos entran los productos químicos y las semillas. Los datos que a continuación se mencionan están extrapolados a una hectárea.

Cuadro 15. Costos de semilla de maíz y de frijol en los tratamientos.

TRATAMIENTOS	MAIZ kg	MAIZ \$/kg	FRIJOL kg	FRIJOL \$/kg	COSTO/ ha
1	20	16.25	60	3	N\$= 505
2	20	16.25			N\$= 325
3			20	3	N\$= 60

Cuadro 16. Costo de las aplicaciones de pesticidas en los tratamientos.

TRAT	1a	2a	3a	4a	5a	COSTO/TR ATAMIENTO O
1	166.96	1097	1097	506.18	272.89	N\$= 3.140
2	166.96	1097	1097	270.49	145.82	N\$= 2.777
3	166.96	1097	1097	208.67	112.33	N\$= 2.682

EGRESOS.

Cuadro 17. Egresos generales de cada uno de los tratamientos por hectárea.

TRATAMIENTO	GASTO DE ACTIVIDADES	GASTO DE SEMILLAS	GASTO DE PESTICIDAS	COSTO TOTAL /ha
1	970	505	3.140	N\$= 4,615
2	1,050	325	2,777	N\$= 4,152
3	1,050	60	2,682	N\$= 3,792

INGRESOS.

Cuadro 18. Ingresos generales de cada uno de los tratamientos por hectárea.

TRATAMIENTO No 1.

PRODUCTO	CANT./ha.	\$/Unidad	TOTAL
ELOTE	90,218	0.30 c/u	N\$= 27,070
RASTROJO	63,780 kg	0.20 kg	N\$= 12,760
FRIJOL	773 kg	3.00 kg.	N\$= 2,319
			N\$= 42,149

TRATAMIENTO No 2.

PRODUCTO	CANT./ha.	\$/UNIDAD	TOTAL
ELOTE	93,827	0.30 c/u	28,150
RASTROJO	60,790 kg	0.20 kg	12,160
			N\$= 40,310

TRATAMIENTO No 3.

PRODUCTO	CANT./ha.	\$/UNIDAD	TOTAL
FRIJOL	434 kg.	3 kg	1,302
			N\$= 1,302

Cuadro 19. Utilidades generadas en cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	INGRESOS	EGRESOS	UTILIDADES
1	42,149	4,615	N\$= 37,530
2	40,310	4,152	N\$= 36,160
3	1,302	3,792	N\$= -2,490

CONCLUSIONES

El maíz (*Zea mays* L.) sembrado bajo intercalación rindió tanto como sembrado solo y el frijol (*Phaseolus vulgaris*) no afectó el crecimiento ni el rendimiento al sembrarlo con el maíz.

Intercalados Maíz y Frijol, aumentaron sus rendimientos económicos que sembrados solos.

La producción de frijol fué mayor sembrandolo asociado que sembrandolo solo.

La incidencia de plagas y enfermedades fueron mayores en el frijol sembrado solo que en el intercalado.

En el análisis económico llevado a cabo para cada uno de los tratamientos, el testigo de frijol tuvo pérdidas considerables y en los otros tratamientos si se obtuvieron ganancias.

Las aguas tratadas que se utilizaron para el riego de los tratamientos no afectó el crecimiento de los cultivos por lo que se pueden utilizar en regiones donde la escases de agua está muy marcada.

RESUMEN

Los Mayas y los Incas acostumbraban sembrar su maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al mismo tiempo, siendo costumbre actual en los campesinos con escasos recursos, tanto de terreno como de capital.

En los últimos 50 años, la Investigación agrícola en México ha sido orientada al desarrollo de una agricultura basada en tecnología para la producción de granos básicos, hortalizas, etc., pero la mayoría de pequeños productores siguen sin utilizar esa tecnología.

A partir de los años 70's el Gobierno Mexicano estableció el Plan Puebla en donde se empezó a estudiar los sistemas tradicionales de producción agrícola y algunos Investigadores señalaron que es necesario valorar y combinar los conocimientos tradicionales con los científicos.

Bajo el sistema de asociar maíz con frijol, se garantiza una producción estable para la familia y si llega a haber excedentes se comercializan, ayudando así a la economía familiar.

La siembra de maíz y frijol juntos constituyen "un seguro" contra el fracaso de alguno de los cultivos expuestos a sufrir heladas, inundaciones o sequías, de tal forma que si uno de los cultivos es dañado en etapas tempranas, el otro puede compensar las pérdidas.

El trabajo se realizó en el ciclo Primavera-Verano de 1995. Se utilizó el maíz híbrido Aspros 951 y el frijol variedad Pinto Americano. Se utilizó una población normal de maíz (100%) tanto en el asociado como en el testigo. En el frijol asociado se utilizó una población de 300% y en el testigo fué de 100%. El diseño

experimental empleado fué el completamente al azar con 3 tratamientos y con 4-20 repeticiones.

La altura de las plantas, el numero de hojas, la longitud de hojas, el numero de elotes, etc. evaluadas en maíz asociado y solo, no tuvieron diferencias al hacer las comparaciones de los tratamientos.

El frijol asociado presentó mayores rendimientos y ganancias que el testigo. En la altura de las plantas, el peso de plantas y el peso de granos fué mejor el asociado que el testigo.

LITERATURA CITADA

- Acosta, G. J. A. y Sanchez V. I. 1982. Asociaciones e intercalamientos de maiz y frijol bajo temporal en Durango. *Agricultura Técnica en México*. México. 8(1):65-75.
- Aguilar, F.P. 1978. Formulación de recomendaciones para el cultivo de asociación maiz-frijol en el área del Plan Puebla. In: "Definición de una metodología para la optimización de insumos de producción en el sistema maiz-frijol. Tesis Colegio de Postgraduados. Chapingo México. 178 p.
- Altieri, M. A. 1987. *Agroecology. The scientific basic of alternative agriculture*. Ed. I. T. Publication. Inglaterra. p. 69-91.
- Andrews, D.J. y A.H. Kassam. 1976. The importance of multiple cropping increasing world food supplies (Mathias Stelly Ed.). *Multiple Cropping*. ASA Special Publication. No. 27:110.
- ASPROS COMERCIAL. 1995. Etiqueta de información técnica. AS-951PG. Metepec, México.
- Augstburger, F. 1985. Cultivos asociados en climas templados y frios de Bolivia. *Turrialba*. 35:117-125.
- Barker, T.A. and Ch. A. Francis. 1986. *Agromomy of multiple cropping systems*. In: Ch. A. Francis (ed). *Multiple cropping systems*. Ed. Mcmillan Publishing Company. U.S.A.. p. 161182.
- CIAT. 1981. *Morfología de la planta del frijol comun (Phaseolus vulgaris L.)*. Guia de estudio. Cali Colombia.
- Cox, G.W. and M.D. Atkins. 1979. *Agriculture ecology. An analysis of world food production systems*. W.H. Freeman and Company. U.S.A.
- Chuela, B.M. 1984. Determinación de la dosis óptima económica de nitrógeno fósforo y densidad de población en la asociación maiz-frijol. II Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío. México. Programa de frijol. Informe

- Anual de Investigación del Grupo Interdisciplinario de Frijol 1983. México. SARH-INIA. p. 160-165.
- Davis, J.H.C.; J.N. Wooley; R.A. Moreno. 1986. Multiple cropping with legumes and starchy roots. In: Ch. A. Francis (ed). Multiple cropping systems. Ed. Macmillan Publishing Company. U.S.A. p. 133-160.
- De la Paz, G S. 1984. Evaluación de daños causados a la asociación maíz-frijol por el complejo de insectos que la atacan y su dinámica poblacional en los Altos de Jalisco. In Centro de Investigación Agrícola de el Bajío. México. Programa de frijol. Informe Anual de Investigación del Grupo Interdisciplinario de Frijol 1983. México. SARH-INIA. p 167-176.
- Departamento de Agrometeorología de la UAMAN. 1995. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Esquivel, A.C. 1976. Evaluación de variedades de frijol y de maíz en el cultivo de asociación maíz-frijol en la parte baja de la Zona II del área del Plan Puebla. Tesis Licenciatura. Chapingo México.
- Ferrera-Cerrato, R.; J.J. Almaraz S.; M. de las H. Rodríguez M. and D. Espinosa V. 1990. Fijación simbiótica de nitrógeno en frijol. Revista Terra 8 (No. especial): 35-70.
- Flor, C.A. y C.A. Francis. 1975. Respuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el trópico Latinoamericano Centro Internacional de Agricultura Tropical. Resúmenes analíticos sobre frijol. 111:160
- Flores, A.R. 1992. Comportamiento de la asociación maíz (*Zea mays* L.) frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación a la fertilización con nitrógeno y fósforo: una Reevaluación. Tesis Licenciatura. Chapingo México.
- Francis, C.A.; Flor C.A. and Temple S.R. 1976. Adopting varieties for intercropped systems in the tropics multiple cropping. (ASA Special Publication Number 27). 378 p.
- Francis, C A. 1977. Interacciones genotipo por sistema en la asociación frijol-maíz. Cali Colombia. CIAT. 27 p.

- Francis, C.A.; C.A. Flor and M. Prager. 1978. Effects of bean association on yields and yields components of maize. *Crop Sci.* 18:760-764.
- Gardiner, T.R. and L.E. Craker. 1981. Bean grows and light interception in a beanmaize intercrop. *Field crops research* 4:313-320.
- Gliessman, R.S. 1986. Plant interaction in multiple cropping systems. In: Charles A. Francis (Ed.). *Multiple cropping systems*. Mac Millan Publishing Company, New York. pp. 82-95.
- Hart, R.D. 1975. A bean corn and manioc polyculture cropping system. The effect of interspecific competition on crop yield. *Turrialba* 25(3):294-301.
- Hernández, X.E. y A. Ramos R. 1977. Metodología para el estudio de agroecología con persistencia de tecnología agrícola tradicional. In: Hernández X (Editor). *Agroecología de México: Contribuciones a la Enseñanza Investigación y Divulgación Agrícola*. Colegio de Postgraduados, Chapingo México. p. 321-333.
- Herrera, Z. G.; Ortiz C. J.; González S.V.A. y Carballo U.A. 1991. Interacción intra e interespecifica del frijol común y maíz. *Estructuras vegetativas*. *Agrociencia serie Fitociencia*. 2(3):5165.
- Herrera, C.B.E.; A. Muñoz O. y KohashiShibata J. 1993. *Agrociencia*. serie *Fitociencia* 4 (3):83-95. Montecillo México.
- Hidalgo, R. y L. Song. 1979. Diversidad genética en especies de *Phaseolus*. 1U. Recursos genéticos. Cali Colombia.
- Laing, R.D. 1978. Implicaciones de la investigación fisiológica para el mejoramiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Cali Colombia.
- Lépiz, I.R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. SAG-INIA. Folleto técnico No. 58. Chapingo México.
- Lépiz, I.R. 1978 a. Programa Nacional de Frijol INIA-SARH. México.
- Lépiz, I.R. 1978 b. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis Doctorado. Colegio de Postgraduados Chapingo México.
- Liebman, M. 1987. Polyculture cropping systems. In: M.A. Altieri (ed). *Agroecology. The scientific basic of alternative agriculture*. Ed. I.T. Publication Inulaterra p. 115-125.

- López, J.J.N. 1985. Sistemas de siembra maíz-frijol. Monografía. U.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah. México. 103p
- Márquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotécnia vegetal. Patronato de la Escuela Nacional de Agricultura A.C. Chapingo México. 113 p.
- Márquez, S.F. 1977. Clasificación tecnológica de los sistemas de producción agrícola (agrosistemas) según los ejes espacio y tiempo. En: Hernández X (Editor) Agroecología de México: Contribución a la Enseñanza Investigación y Divulgación Agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- Martín, del C.A. 1977. Algunas ideas sobre la estructura agraria mexicana: una visión no convencional. En: Hernández X (Editor). Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza investigación y divulgación agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- Miranda, C.S. 1967 a. Identificación de las especies mexicanas y cultivadas del género *Phaseolus*. Serie de investigación No. 8. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- Miranda, C.S. 1967 b. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol común). Agrociencia. México. 1(2):109.
- Montes, R.R. 1979. Incidencia de enfermedades en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sembrado solo y asociado con maíz. Tesis. Colegio de Postgraduados. Chapingo México. 95 p.
- Muñoz, O.A. 1987. Resistencia a factores adversos y mejoramiento de los patrones etnofitogenéticos de la Mixteca. Memoria del Seminario sobre la Mixteca. CEICADARCP Puebla Pue. Tomo 2 537-548
- Niño, V.E. 1977. Las interrelaciones sociales para el desarrollo. En: Hernández X (Editor). Agroecosistemas de México. contribuciones a la enseñanza investigación y divulgación agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo México.

- Pérez, A.A.V. 1982. Selección simultánea maíz-frijol en genotipos segregantes. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah. México.
- Platero, H.O. *et al* 1977. Análisis de rendimiento de grano y económico de las asociaciones maíz-frijol en la región Este del Valle de México. Agrociencia 27. Chapingo México.
- Reta, S.D.G. 1986. Crecimiento y aprovechamiento de la energía solar del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en asociación con maíz (*Zea mays.*). Tesis Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- Robles, S.R. 1986. Producción de granos y forrajes. 4a. Ed. Editorial LIMUSA. México.
- Romero, R.B. 1964. Observación preliminar de rendimiento e incidencia de plagas en maíz y frijol asociados.
- Ruiz, O.M. R.D. Nieto y I. Larios R. 1979. Tratado elemental de botánica. XV ED. Editorial ECLALSA. México.
- Sánchez, P.S. 1977. El frijol asociado con maíz y su respuesta a la conchuela (*Epilachna varivestis* Muls.) y el picudo del ejote (*Apion spp.*). Tesis Colegio de Postgraduados. Chapingo México. 108 p.
- SARH. 1994. Manual de producción de frijol en el Estado de Veracruz. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Veracruz, México. 29 p.
- SEP. 1988. Frijol y Chicharo. Manuales para educación agropecuaria. Ed. Editorial Trillas. México. 29 p.
- Sosa, D.G. 1987. La evaluación de maíz frijol bajo tres sistemas de cultivo a través de: análisis de crecimiento algunas características agronomicas y componentes de rendimiento. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah. México. 204p.
- Vandermeer, J. 1989. The ecology of inter cropping. Ed. Cambridge University Press. Inglaterra. p. 1 105.
- White, J.W. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. In: Frijol investigación y producción. CIAT-PNUD. Cali Colombia. pp. 43-60.

Willey, R.W. 1979. Intercropping its importance and research needs. Part 1.

Competition and yield advantages. *Field Crop Abstr.* 32:110.

Woolley, J.N. y J.C. Davis. 1991. The agronomy of intercropping with beans. In: Schoonhoven A.V. y O. Voysest (Ed.). *Common beans research for crop improvement*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali Colombia. pp. 707-736.