

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



Siembra de Maíz (*Zea mays* L.) Aspros 910 y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Pinto Americano en forma intercalada, utilizando herramienta convencional y agua reciclada

POR:

Sergio Olivas Herrera

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MÉXICO

ABRIL DE 1999

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

**Siembra de Maíz (Zea mayz L.) Aspros 910 y Frijol (Phaseolus vulgaris L.) Pinto Americano en forma
intercalada, utilizando herramienta
convencional y agua reciclada**

TESIS

POR:

SERGIO OLIVAS HERRERA

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

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

APROBADA POR:
PRESIDENTE DEL JURADO

ING. MANUEL A. BURCIAGA VERA

ING. RAMIRO LUNA MONTOYA
SINODAL

ING. CARLOS ROJAS PEÑA
SINODAL

ING. FABIAN MARTINEZ DELGADO
SINODAL SUPLENTE

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

ING. M.C. Reinaldo Alonso velasco

BUENAVISTA SALTILLO COAHUILA MEXICO, ABR. 1999

DEDICATORIA

A DIOS:

Por haberme dado la oportunidad de formar parte del tesoro más preciado que existe, la vida.

A MIS PADRES:

María de los ángeles Herrera González.

Cornelio Olivas Aguirre

Dedico la realización del presente trabajo a unos seres maravillosos, dignos ejemplos de respeto y humildad, mis padres pues gracias a ellos y a los sacrificios que hicieron para que yo siguiera adelante, y sin dejar a un lado el cariño y comprensión que siempre me han demostrado, los cuales les son correspondidos de todo corazón, es que hoy he logrado realizar una de mis metas, y con ello estoy seguro que no defraude la confianza que depositaron en mí, hoy, el sueño que compartimos juntos se ha hecho realidad.

Gracias padres, una vez más, por el apoyo y confianza que me han brindado, que Dios me los conserve.

A MIS HERMANOS:

Servando Olivas Herrera

Osvaldo Olivas Herrera

José Julio Olivas Herrera

Por la ayuda, el cariño y la amistad que me han brindado.

A MIS TIOS:

Con el cariño, admiración y respeto que siempre he tenido hacia todos, quien en todo momento me han brindado su apoyo incondicional, e hicieron posible terminar mi carrera profesional.

A PILAR: Por su apoyo, confianza y amor.

A MIS COMPAÑEROS: De la generación LXXXV de fitotecnia por la amistad y compañerismo con el que siempre convivimos.

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 y permitirme terminar la carrera de Agronomía.

A todos los maestros que intervinieron para mi formación académica y la aportación de sus conocimientos.

Al Ing. Manuel A. Burciaga vera Por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de tesis, por sus consejos y su constante apoyo y por la confianza que deposito en mí.

A mis amigos que ayudaron en la realización de este trabajo, Osvaldo, Ing. José Luis Arévalo, Ing. Ignacio Roman, Ing. Jesús Díaz, Ing. Faraón Guzmán y a todos los demás amigos de la universidad.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a mi formación profesional y a la realización de este trabajo.

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS.....	
INDICE DE TABLAS.....	
INDICE DE FIGURAS.....	
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. HIPOTESIS.....	3
IV. REVICION DE LITERATURA.....	4
Antecedentes historicos.....	4
Sistemas de cultivo.....	6
Unicultivo.....	6
Policultivo.....	6
Cultivos secuenciales.....	7
Cultivos dobles.....	7
Cultivos triples.....	8
Cultivos cuadruples.....	8
Cultivos de rebrote.....	8
Cultivos intercalados.....	8
En mezclas.....	9
En surcos.....	9
Mezcla de cultivos en franjas.....	9
Mezcla de cultivos en relevos.....	9
Cultivos asociados.....	10

Descripción taxonómica y botánica del maíz.....	11
Descripción taxonómica del maíz.....	11
Descripción botánica y fenología del maíz.....	12
Clasificación sexual.....	12
Tallos.....	13
Hojas.....	13
Flor.....	13
Fruto.....	14
Ciclo vegetativo.....	15
Descripción Taxonómica y Botánica del frijol.....	15
Descripción taxonómica del frijol.....	15
Descripción Botánica del frijol.....	16
Sistema Radicular y Radical.....	16
Tallos.....	16
Hojas.....	17
Inflorescencia.....	17
Flor.....	17
Fruto.....	18
Semilla.....	18
Hábitos de crecimiento.....	18
Ciclo vegetativo.....	19
La asociación maíz-frijol en México.....	19
Asociación maíz-frijol.....	21
Densidad de siembra en maíz-frijol asociado.....	26

Fertilización de maíz-frijol asociado.....	27
Asociación maíz-frijol y su relación con plagas y enfermedades.....	28
Ventajas de asociación maíz-frijol.....	29
Desventajas de los cultivos asociados.....	31
V. METODOLOGIA.....	31
Localización del sitio experimental.....	31
Descripción del diseño experimental.....	31
Características agronómicas del frijol Pinto Americano.....	32
Características agronómicas del maíz Aspros 910.....	33
Características del agua de riego.....	35
Siembra de maíz y frijol.....	35
Manejo del cultivo.....	35
Nivelación.....	35
Riegos.....	36
Desahíjes.....	36
Escardilla.....	36
Aporqué.....	36
Deshirbes.....	36
Aplicación de pesticidas.....	37
Parámetros evaluados en el cultivo del maíz.....	38
Altura de plantas.....	38
Número de hojas por planta.....	38
Número de plantas por parcela.....	38
Número de elotes por planta.....	38

Peso de plantas.....	38
Peso del grano.....	38
Peso del forraje.....	39
Parámetros evaluados en el cultivo del frijol.....	39
Altura de plantas.....	39
Número de vainas por planta.....	39
Número de granos por planta.....	39
Peso de los granos por planta.....	39
Peso del grano por parcela.....	40
Rendimiento del maíz y del frijol.....	40
Rendimiento del frijol.....	40
Rendimiento del maíz.....	40
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
VII. CONCLUSIONES.....	53
VIII. RESUMEN.....	54
IX. LITERATURA CITADA.....	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de medias de la producción de frijol por tratamientos.....	41
Tabla 2. Tabla de medias de la producción de frijol.....	42
Tabla 3. Tabla de medias de la producción de grano de maíz.....	42
Tabla 4. Tabla de medias de rendimiento de los tratamientos de maíz.....	43
Tabla 5. Análisis de producción media de forraje de maíz.....	44
Tabla 6. Media de cada tratamiento (producción de forraje de maíz).....	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza con raíz cuadrada de la producción de frijol..	41
Cuadro 2. Análisis de varianza de la producción de grano del maíz.....	43
Cuadro 3. Análisis de varianza de la producción de forraje del maíz.....	44

CUADROS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

Relación de costos de cada una de las actividades desempeñadas en las repeticiones de cada tratamiento.....	48
Relación de costos de cada una de las actividades desempeñadas en cada uno de los testigos de los tratamientos.....	48
Costos de semillas de maíz y frijol en los tratamientos.....	49
Costos de las aplicaciones de pesticidas.....	49

EGRESOS

Egresos generales de cada uno de los tratamientos.....	50
--	----

INGRESOS

Ingresos generales de cada uno de los tratamientos.....	50
Tratamiento I.....	50
Tratamiento II.....	51
Tratamiento III.....	51
Ingresos generales de los testigos de frijol.....	51
Ingresos generales de los testigos de maíz.....	52
Utilidades generadas en cada uno de los tratamientos.....	52

INDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS

Figura 1. Distribución de las parcelas en el lote experimental.....	34
Gráfica 1. Producción media del grano de frijol por tratamiento en gramos.....	45
Gráfica 2. Producción media de grano de maíz en cada tratamiento..	46
Gráfica 3. Producción media de forraje por tratamiento.....	47

I. INTRODUCCION:

El maíz y el frijol son cultivos de gran importancia en la alimentación del pueblo mexicano y la mayoría de los países de América latina. La población de América central basa su alimentación en dos cultivos, el maíz (*Zea mays* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); éstos por su gran importancia económica, se siembran en la mayoría de los estados de la República Mexicana independientemente de sus diversas especies y variedades.

Dichos cultivos se han venido cultivando en nuestro país siglos antes de la llegada de los Españoles y están considerados como alimentos básicos de la vida y no solo del pueblo mexicano, sino de la mayoría de los pueblos de América latina. Por lo regular algunos agricultores del país usan sistemas de producción Tradicionales, el cual su fin es de autoconsumo; donde siembran pequeñas Superficie de Terreno y no invierten gran capital en él; otros emplean asociaciones de cultivos, por Ejemplo Maíz- Frijol garantizando el alimento para su familia.

En lo que respecta a la asociación de dichos cultivos, no se podría decir con alguna precisión desde cuando se practica, pero se supone también data de mucho tiempo atrás. Esta suposición descansa en el conocimiento de que ya hace muchisimos años, se incluían leguminosas tales como trébol, chícharo, frijol, etc., en rotación con el maíz y otros cultivos, estableciéndose en esta forma sistemas rotatorios que en la actualidad se reconocen como una de las técnicas agrícolas más eficaces para la conservación de la fertilidad de los Suelos.

Los cultivos en asociación se practican desde tiempos inmemorables. Pero hasta estos últimos años se le ha prestado interés en el estudio de estos sistemas tradicionales de producción agrícola.

El sistema de cultivos asociados se practica principalmente bajo condiciones de agricultura de temporal en donde los recursos tierra y capital son escasos y con frecuencia la mano de obra familiar es abundante, puesto que el agricultor minifundista trata de aprovechar al máximo sus pequeñas áreas de terreno para poder subsistir.

Otro de los factores limitantes para la producción de estos cultivos es el agua, ya que los estados del Norte del país escasea este vital líquido pues por lo regular el agua de los mantos freáticos es canalizada principalmente para las ciudades que para las zonas agropecuarias en la época de temporal las lluvias son muy escasas.

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, siendo del 58 % en México, el 50 % en el Salvador y del 73% en Guatemala, y la producción de Maíz el 80 % se produce en este sistema.

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

Si se demuestra que la asociación de cultivos supera a las siembras solas se abre de esta manera un campo de investigación tendiente a formular recomendaciones para aquellas regiones donde se practique este sistema de siembra y generar recomendaciones sobre densidades óptimas de población de ambas especies, dosis de fertilización y épocas de aplicación de éstas; así como las variedades de Maíz y frijol para la asociación, mismas que serán asimiladas

con mayor facilidad por los agricultores, dado que no implican un cambio radical en la forma de cultivo

II. OBJETIVOS:

1- Aumentar la producción de Maíz-Frijol en asociación para contribuir a la satisfacción de la demanda local y nacional de estos productos con bajos costos.

2-Optimizar el uso de agua reciclada, como factor para el desarrollo de los cultivos.

3- Utilizar adecuadamente la maquinaria agrícola existente en los cultivos asociados.

4. - Bajar los costos de producción por unidad de superficie con los cultivos asociados.

5. - Aprovechar al máximo el espacio de cultivo con ésta tecnología para producir dos cosechas en un mismo espacio.

III. HIPOTESIS

El sistema de producción en cultivos asociados maíz-frijol permite el mejor aprovechamiento del espacio incrementando los ingresos de los productores en un porcentaje significativo en comparación con el sistema tradicional.

IV. REVISION DE LITERATURA

Antecedentes historicos

Mc Neish (1964), Miranda (1967) citados por Salinas (1982). La asociación maíz – frijol se estableció hace aproximadamente 7000 años, en forma natural, y posteriormente fue domesticado por el hombre mesoamericano, convirtiéndose en la principal forma de producción de ambas especies.

Así desde tiempos precolombinos, era costumbre de los Mayas y de los Incas en Sudamérica tener su maíz y frijol al mismo tiempo en forma secuencial o asociados, práctica que probándose su bondad, se continuo a través de los años, siendo costumbre actual en el sector de campesinos con escasos recursos tanto de terreno como de capital (sí acaso posee alguno de los dos factores). López (1985). 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 que menciona al maíz y al frijol como fuentes de alimento para los pueblos de América, así como la práctica de sembrarlos asociados (Lépiz, 1974).

Miranda (1967) Citado por Lasso (1982) menciona que la combinación de maíz y frijol en la alimentación humana nació como resultado de muestreos que los nativos hicieron en la flora silvestre; en México el área de distribución de las variedades silvestres de *Phaseolus vulgaris* L., es la misma que el Teocintle (maíz silvestre), el frijol y el Teocintle tienen el mismo ciclo vegetativo cuando crecen juntos e inclusive el Teocintle sirve de soporte a las variedades silvestres de frijol común.

Miranda (1967 b), señala que el frijol común es originario del área occidental de la región de México - Guatemala por lo que llega a la conclusión de que “el sistema de asociar ambos cultivos por los indígenas fue copiado de la naturaleza, haciéndole algunas modificaciones que resultan ventajosas desde el punto de vista agrícola”.

Hernandez y Ramos (1977) citados por Lépiz (1978), mencionan que la asociación maíz –frijol es un sistema de agricultura tradicional desarrollada a partir de una estrategia de productividad y no de producción, donde se generan valores de uso indispensable en la economía familiar.

En los últimos cincuenta 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 de 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 los pequeños productores de agricultura tradicional y de subsistencia, siguen sin utilizar esa tecnología, por que es cara, de alto riesgo y no es compatible con sus intereses (Martín, 1977).

Dentro de este contexto, la realización del presente trabajo corresponde a la inquietud de tener una aproximación al conocimiento de los sistemas de producción policulturales, marginados por la investigación por mucho tiempo y que merecen especial interés por las razones antes mencionadas.

Sistemas de cultivo.

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. Que a continuación se describen.

La terminología que se utiliza para nombrar los sistemas de producción policulturales es variada según el arreglo topológico de los cultivos.

Unicultivo.

El unicultivo, es cuando se establece una especie que se desarrolla sola y a densidades normales (Andrews y Kassam, 1976). Este termino se designa para la siembra de una sola especie.

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

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

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

Policultivo (cultivos múltiples).

De acuerdo con Andrews y Kassan (1976), el cultivo múltiple se define como el conjunto de practicas de cultivos mediante los cuales la producción total de una unidad de superficie en un año agrícola, es lograda mediante el desarrollo

simultáneo de varios cultivares, de cultivos solos; en secuencia, o mediante la combinación de cultivos mixtos.

Sánchez (1976), define los cultivos múltiples como la intensificación de cultivos en las dimensiones de tiempo y espacio, creciendo dos o más cultivos en el mismo campo en un año.

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.

Se reconocen los sistemas principales de cultivos múltiples que son:

Cultivos secuenciales.

Es el crecimiento o desarrollo de dos o más cultivos consecutivos en el mismo terreno por año. El cultivo que sucede es sembrado después que ha sido cosechado el cultivo que le precede, la intensificación del cultivo es únicamente en la dimensión de tiempo, no hay competencia entre cultivos. (Sánchez, 1976).

Dentro de este sistema existen algunas variantes, las que se definen por el número de cultivos que se desarrollan en secuencia en un año, como son cultivos dobles, triples, cuádruple y cultivos de rebrote.

Cultivos dobles.

Crecimiento de dos cultivos en un año en secuencia.

Cultivos triples.

Crecimiento de tres cultivos en un año en secuencia.

Cultivos cuádruples.

Crecimiento de cuatro cultivos en un año en secuencia.

Cultivos de rebrote.

Son cultivos que rebrotan después de una cosecha.

Cultivos intercalados.

Crecimiento o desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente en el mismo terreno, la intensificación del cultivo es en dos dimensiones tiempo y espacio, hay competencia durante todo o parte del desarrollo del cultivo. En este sistema también existen algunas variantes como son: Cultivos mixtos, cultivos intercalados en hileras, en fajas y cultivos en relevos.

Turrent (1979) clasifica los sistemas de producción utilizando los ejes espacio y tiempo al igual que Andrew y Marques, introduciendo además los conceptos número de especies y uso de insumos. El mismo autor utiliza el termino de cultivos múltiples cuando en un año agrícola se practican más de un cultivo en contraste con el termino cultivo único.

Una característica de los cultivos múltiples es que dan mayor confiabilidad en la recuperación económica, y seguridad en la obtención de alimentos comparados con los cultivos solos. Esto es importante a todos los niveles de

producción, pero especialmente para los pequeños agricultores con bajos rendimientos, donde las alternativas de producción son mucho más restringidas.

En mezclas.

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

En surco.

Es al crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente, donde uno o más cultivos se siembran en cada surco.

Mezclas de cultivos en franjas.

Crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente en franjas de diferentes tamaños, lo suficientemente anchas para que permita la independencia de los cultivos, pero lo suficientemente angostas para que interactúen agronómicamente.

Mezclas de cultivos en relevos.

Crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente durante parte del ciclo de vida de uno de ellos. Se plantea 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

bolillo, los agricultores prefieren el sistema intercalado ya que se reducen los daños a los cultivos en la cosecha.

La ventaja en los cultivos intercalados se debe a que los componentes difieren en el uso de los recursos necesarios para su crecimiento, de tal manera que se complementan haciendo un uso más eficiente de dichos recursos que cuando crecen en forma independiente. Probablemente la principal manera de cómo ocurre esto es cuando los cultivos componentes difieren en dinámica, tiempo, fenología, de tal modo que la demanda de los recursos la realizan en diferentes épocas. En relación al espacio, cuando existen diferentes estratos 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 (Willky, 1979).

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 al comportamiento promedio del sistema es en general más constante bajo monocultivo, lo cual otorga una protección contra pérdidas totales; puede maximizarse la producción económica por la unidad de área, así como también

tener mayor estabilidad en la producción al reducirse los riesgos contra epifitias, variaciones del clima, etc. (Flores, 1992).

Linton (1968), Menciona que la asociación es una practica que permite al campesino aprovechar al máxima capacidad productiva de sus suelos y de los demás factores con que cuenta, dado que posee pequeñas superficies de terreno de los cuales depende su subsistencia. Además, de que tal vez intuitivamente, el agricultor ha observado que con dicho cultivo su suelo se agota más lentamente.

Descripción taxonómica y botánica del Maíz

Descripción taxonómica del Maíz

La descripción taxonómica del maíz (asignadas por Linneo, 1757 citado por Sosa en 1987).

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Monocotiledoneae
Orden	Graminales
Familia	Graminea
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Género	Zea
Especie	Mays L.
Nombre común	Maíz

Descripción botánica y fenología del Maíz

Clasificación sexual

El maíz es una planta:

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

Monoica, por que el androceo masculino y el gineceo femenino se encuentra en la misma planta.

Unisexual, por contener flores separadas en un solo sexo.

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

Imperfecta, por encontrarse flores pistiladas femeninas o solo estaminadas masculina, 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.

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 presentan 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, los cuales dan mayor estabilidad 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).

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 5 cm. hasta menos de 1 cm. de grosor. Los entrenudos son modulares, o sea no huecos. La altura del tallo varía de más o menos 80 cm. hasta alrededor de 4 m. (Robles, 1986).

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, lígula y limbo. La lígula es incipiente, el limbo es sésil, plano y con longitud de más de 30 cm. hasta más de 1 m.; La anchura de más o menos de 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).

Flor

En el maíz existen dos tipos de flores en diferentes lugares de la planta, las que se les denomina flores estaminadas y flores pistiladas.

Las flores estaminadas (masculinas) se encuentran dispuestas en espiguillas, estas últimas se distribuyen en las ramas de la inflorescencia conocida

como “espiga”, la que propiamente es una panícula abierta y es más o menos laxa según las variedades. Cada flor esta 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 pístiladas (femeninas) se encuentran distribuidas en una inflorescencia con un soporte central denominado “olote”. Las flores pístiladas 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 esta formada por un ovario, un estilo y gran cantidad de estigmas distribuidos a lo largo del estilo. La inflorescencia pístilada 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”.

Fruto

Botánicamente es un fruto cariósido conocido comúnmente como “semilla” o grano. Después de la fecundación cada ovario se transforma en un fruto, en cariósido 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 escúdete, que párese representar el único cotiledón y se encarga de absorber los materiales de reserva durante la germinación (Ruiz et al, 1979).

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.

Descripción botánica y taxonómica del frijol.

Descripción taxonómica del frijol (asignado por Linneo, 1753, citado por Miranda, 1983).

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Phaseolae
Género	Phaseolus
Especie	Vulgaris L.
Nombre común	Frijol

Descripción botánica del frijol.

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 Papilinoideae, presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical, estos nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 mm.; colonizados por bacterias del genero Rhizobium, las cuales fijan nitrógeno atmosférico (CIAT, 1981).

Tallos.

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

Hojas.

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

Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo principal. Son opuesta, cordiformes, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas. Las hojas compuestas trifoliadas, son hojas típicas del frijol, tiene tres folíolos, un pecíolo y un raquis acanalado. El foliolo central o terminal es simétrico y acuminado, los dos laterales también son asimétricos y acuminados (CIAT, 1981).

Inflorescencias.

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

Flor.

La flor esta formada por cinco sépalos, cinco 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).

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* L). Son generalmente comprimidos, delgados y angostos y pueden tener de 4 a 10 semillas por vaina (Hidalgo y Song, 1979).

Semilla.

La semilla puede tener varias formas; cilíndricas, de riñón, esféricas 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 tiene en cuenta para la clasificación del gran número de variedades de frijol que existen (Hidalgo y Song, 1979).

Hábitos de crecimiento.

El centro internacional de agricultura tropical ha considerado que los hábitos de crecimiento podrían ser agrupados en cuatro tipos principales:

Hábitos de crecimiento determinado arbustivo tipo I

Hábitos de crecimiento indeterminado arbustivo tipo II

Hábitos de crecimiento indeterminado postrado tipo III

Hábitos de crecimiento indeterminado postrado tipo IV

Ciclo vegetativo.

El ciclo de vida depende de las variedades y en cierta medida de las Condiciones ambientales. El frijol común tiene ciclo vegetativo de 80 a 100 días, para las variedades tempranas y 130 días para las variedades tardías, a una temperatura de 20 a 30 grados centígrados (CIAT, 1981).

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 si no el logro de una alta eficiencia productiva, considerando que no todo lo que se produce tiene un valor de cambio, si no que hay valores de uso indispensables en la economía familiar, como la diversidad de la dieta y las necesidades de forraje para el sostenimiento de los animales domésticos (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 para agricultores en pequeño (Lépiz, 1978).

En 1990 el gobierno lanzó el programa del Plan Puebla, el cual fue un experimento que tenía como objetivo comprobar si el cultivo de asociación maíz - frijol era un uso irracional de los recursos del agricultor (Lépiz, 1978a).

Ha partir de 1970 se ha despertado el interés en el estudio en los sistemas tradicionales de producción agrícola, y ha sugerido un reconocimiento de valor de la tecnología autóctona. Algunos investigadores han señalados 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 las 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 índole 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 con Liebman (1987), una de las principales razones por la 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 unicultivos.

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).

Según 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.

Asociación maíz-frijol.

La mayoría de los estudios en que se han comparado el sistema de asociación maíz frijol contra la siembra de ambos cultivos solos, se encontró que el rendimiento de dichos cultivos cuando crecen asociados es menor que el correspondiente al de los cultivos de maíz o frijol sembrados solos (Linton 1948, Moreno 1972, Lépiz 1974, Macías 1975 y Aguilar 1978). Sin embargo al realizar el análisis económico de ambos sistemas, se ha encontrado que el ingreso neto

obtenido con la asociación, es mayor que el correspondiente a los cultivos solos (Soria et al.), Flor y Francis 1975 ambos citados por Pinchinat 1976, Lépiz 1974, Moreno 1972, Nuñez y Acosta 1972 citado por Lépiz 1974).

La reducción en los rendimientos de los cultivos de maíz y frijol cuando se siembran asociados se ha relacionado directamente con la densidad de población de ambos cultivos. Al respecto Solontai et al. (1963) citado por Moreno (1972), encontró que al aumentar la densidad de población de frijol, hay un decremento en el rendimiento del maíz pero los rendimientos del frijol se incrementan, logrando en ocasiones igualar el rendimiento del frijol sembrado solo (Revista Chapingo, 1984).

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 nutrientes, 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 de 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 intersección de la 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 grano de ambos cultivos (Gardiner y Craker, 1981).

Herrera et al (1993), menciona 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 para 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 efectos 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 efectos 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 del área foliar del frijol, que la variedad de tipo indeterminado (N-150) y la del 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), encontró que el frijol arbustivo o de mata redujo sus rendimientos un 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 afecta tanto el rendimiento del grano de frijol como de 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 semiguía y de guía, 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 del 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 hasta 30 a 50%, lo cual dependió del tipo de planta de frijol y del periodo 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 del frijol, mientras que los rendimientos de éste se redujeron en un 45 y 51% para el frijol de mata y de guía, 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 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 ha. 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 semiguía 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 modificada por los sistemas de cultivo; en el frijol el semiguía mostró 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 presentó 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 franja 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 el 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 intra tubo efectos significativos.

Herrera et al. (1993), estudiaron 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 modifico 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 las plantas de maíz con la que se asoció. En el ambiente favorable el maíz redujo el rendimiento de grano y área foliar.

Densidad de siembra en maíz-frijol asociado.

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

Moreno (1971), recomienda que el sistema de asociación maíz-frijol: que ambas especies se siembren al mismo tiempo con población de 40 a 90 mil plantas por hectárea.

La asociación maíz-frijol bajo densidad de 20000 plantas por hectárea, produjo rendimientos de asociación menores que sembrados por separado (Linton, 1978).

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 6u 8 matas de frijol entre dos de maíz, las cuales están separadas a 80 cm. y con una distancia entre surcos de 85 cm.

Acosta y Sánchez (1982), mencionan que bajo las condiciones de temporal en Durango, para la asociación maíz-frijol, el mejor sistema fue 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 de frijol asociado con maíz. El frijol se sembró a 20, 30, 40 y 50 mil plantas/ha, y la mejor opción fue la de 50 mil plantas de frijol por hectárea. Obteniendo así los mejores rendimientos tanto en frijol como en maíz.

Fertilización de maíz-frijol asociados.

Los requerimientos de fertilizantes del cultivo de asociación maíz frijol están en función de las condiciones del clima, suelo y sistemas de cultivo o manejo (densidades de población, variedades, sistemas de siembra, practicas culturales, etc.) de cada localidad, sin embargo, son pocos los trabajos que se han realizado

a fin de determinar las necesidades nutricionales de este cultivo y sus interacciones con los demás factores de la producción.

David et al. (1986), mostraron que el rendimiento de leguminosas asociado con maíz siempre disminuyó al incrementar la dosis de Nitrógeno debido a la competencia con el maíz.

En sistemas de cultivo maíz-frijol, es común la practica 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 consecuencia 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 y Cerrato et al (1990), citan el trabajo de López et al (1984), en el que la asociación maíz-frijol se evaluaron tres cepas de Rhizobium phaseoli bajo dosis crecientes de nitrógeno aplicadas al suelo (0, 20, 40, 60 y 80 kg./ha.). 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 muy 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 unicultivos.

Chuela (1984), realizó un trabajo en Jalisco, para determinar las dosis óptimas económicas del N- P- K en frijol asociado con maíz. Se realizaron

fertilizaciones de 80- 20- 00 y 80- 40- 00 de NKP, en dos localidades; resultando la mejor opción la 80- 40- 00, obteniendo así los más altos resultados.

Asociación maíz frijol y su relación con plagas y enfermedades.

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

Sánchez (1977), realizó un trabajo de maíz frijol asociado, con la finalidad de observar la respuesta de la conchuela (*Epilachna varivestis* Muls.) y el picudo del ejote (*Apion* spp), y su crecimiento de 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 guía. La conchuela tiende a concentrarse más en el frijol fertilizado que en el 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 cuatro 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*, *Colletotichum lindemuthianum*, *Pseudomonas phaseolicola* y *Xanthomonas phaseoli*. La infección por roya y anulo 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 plantas fueron mayores en la asociación que en el monocultivo.

Ventajas de la asociación maíz frijol.

"Un mejor uso de los recursos", expresa en un unicultivo no es capaz de explorar y explotar los recursos que se encuentran en el ambiente, dichas 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 un 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 de 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 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 disponible de ambos alimentos.

Desventajas de los cultivos asociados.

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

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

V. METODOLOGIA:

Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo durante el ciclo primavera-verano de 1997. Este experimento estuvo localizado en el campo experimental de la UAAAN en Buenavista Saltillo Coahuila, ubicado geográficamente a una latitud de 25 grados 23 minutos norte, una longitud de 101 grados 02 minutos oeste y una altitud 1743 msnm. (departamento de meteorología de la UAAAN). El lote experimental fué de aproximadamente de 202 metros cuadrados con riego por gravedad utilizando agua reciclada.

Descripción del diseño experimental

Se utilizo un diseño completamente al azar con tres tratamientos de Maíz-Frijol intercalado (TrI, TrII y TrIII), Maíz como testigo (Tm) y Frijol como testigo (TFI, TFII y TFIII), con cuatro repeticiones y tres densidades de frijol y una de Maíz.

Modelo estadístico

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

$i = 1, 2, 3$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, 28$ repeticiones

Donde :

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

M = Media general.

T_i = efecto de la i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

El lote experimental se dividió en 28 parcelas. Cada una de ellas consto de 3 m de ancho por 3 m de largo con una separación de 1 m entre ellas. (fig.1).

Dentro de las parcelas que comprenden la asociación (TrI, TrII y TrIII) las distancias entre plantas de maíz fueron de 20 cm. y entre surcos fueron de .80 m.; Las distancias para el frijol fueron de 20, 25 y 30 cm. entre plantas y entre surcos fueron de .80 cm. .

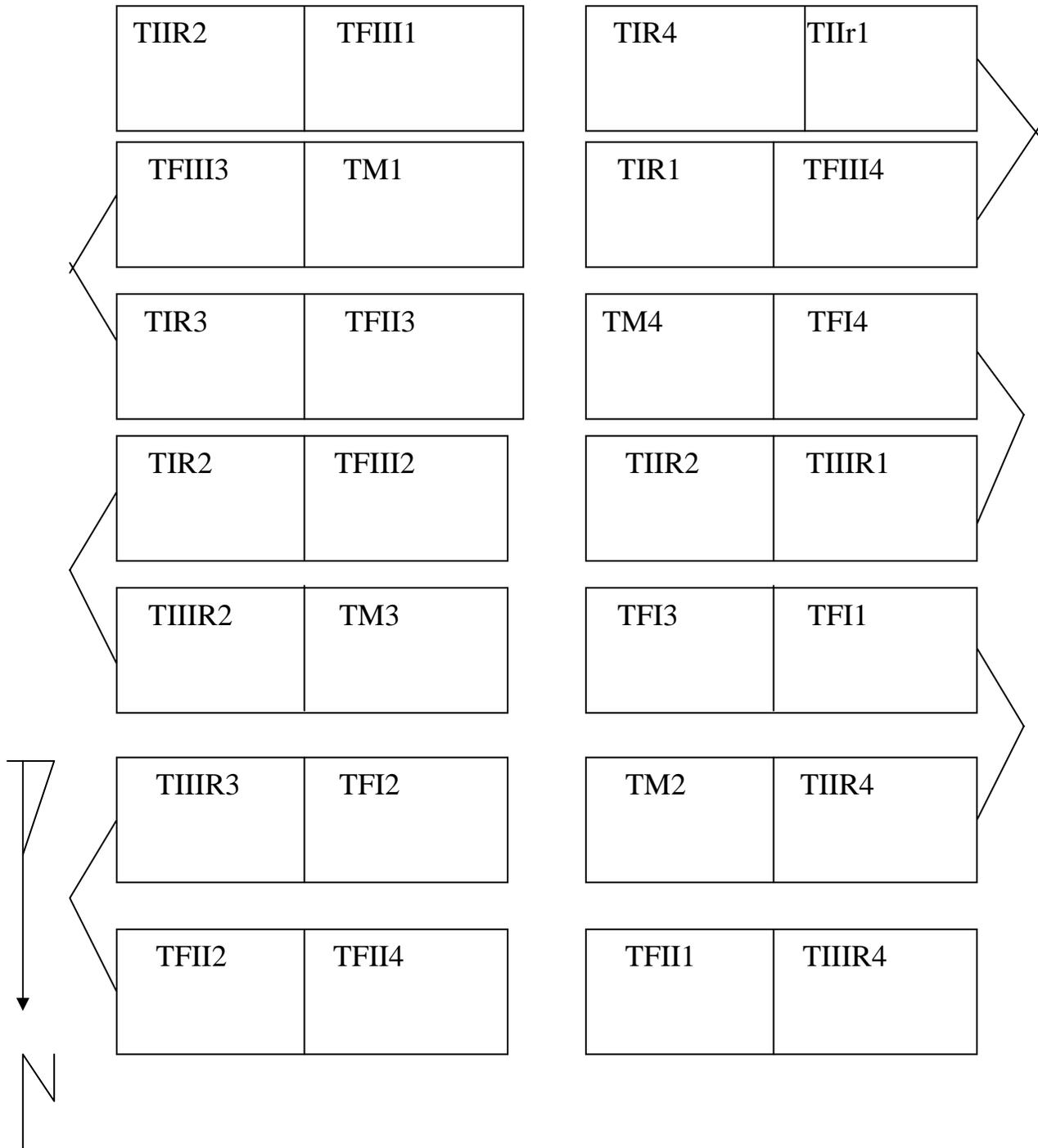
Características agronómicas del frijol pinto americano

El frijol pinto americano tiene un ciclo de vida 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 50a 60 kg. /ha. y una distancia entre surcos de 60 a 76 cm. (CIANO 1977).

Características agronómicas del Maíz Aspros 910

Tipo de grano:	balanco semicristalino	
Forma de mazorca:	cónica a cilíndrica	
Tamaño de mazorca:	mediana a grande	
Altura de planta:	de 1.95 a 2.40 m.	
Ciclo vegetativo:	precoz (95 a 110 días)	
Floración:	60 a 65 días	
Hojas, forma y color:	angosta, verde claro	
Cosecha:	100 días	
Acame:	tolerante	
Cobertura de mazorca:	regular	
Resistencia de enfermedades:	buena	
Potencial de rendimiento: de fertilizantes	bueno respondiendo a dosis	baja

Fig. 1.- Distribución de las parcelas en el lote experimental



Características del agua de riego

Presenta un PH ligeramente alcalino (8 en su escala), con una Conductividad eléctrica de 730 Umho/cm cubico, Salinidad, grasas y aceites de 35.55 mg/H, sustancias activas al azul de metileno 0.641 ppm (sustancias tóxicas), numero de gérmenes por gramo o mililitro 21000 germ./g., coliformes (+) NPM =>110, estafilococos patógenos (-), salmonella (-) y pseudomonas (-). De acuerdo a la ley de aguas para riego es aceptable para experimentación y las hortalizas (Datos proporcionados por el ing. Francisco Dávila ,encargado del programa Stanpa en la laguna de oxidación de la UAAAN, con análisis de la Facultad de Ciencias Químicas de la U. A. de C.).

Siembra de Maíz y Frijol

La siembra tanto del Maíz como del Frijol se realizó el 21 de Mayo de 1997 tanto en las parcelas de los cultivos asociados como para los testigos. En la siembra de maíz y frijol se depositaron dos semillas por golpe en Maíz a una distancia entre plantas de 20 cm. y en la de frijol se trabajo con las distancias entre plantas de 20, 25 y 30 cm. según el tratamiento y la distancia entre surcos fue de 80 cm. en general para los dos cultivos.

Manejo del cultivo

Nivelación.

La nivelación se efectuó el día 17 de Mayo de 1997, antes de llevarse a cabo la siembra de maíz y frijol (testigo y asociado).

Riegos.

El riego de presiembra se llevo a cabo el día 17 de Mayo de 1997; una vez que el Maíz y el Frijol emergieron se realizó el primer riego de auxilio, el cual se aplico el 27 de Mayo de 1997, a partir de esa fecha los riegos de auxilio fueron cada 20 días.

Desahíjes

El desahíje se llevo a cabo el 11 de Junio de 1997, y consistió en eliminar una planta de Maíz como de Frijol para dejar una por golpe.

Escardilla.

Las escardillas consisten en aflojar la tierra con el azadón para permitir mayor aireación a el suelo y a las plantas, permitiendo tener un mejor soporte y fijación en el suelo.

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.

Deshierbes.

Los deshierbes consistieron en eliminar plantas no deseables para el cultivo como para los canales de riego, estos se realizaron con azadón en cada una de las parcelas como para canales de riego.

Aplicación de pesticidas.

La primera aplicación de pesticidas se llevo a cabo el día 12 de Junio de 1997 con una dosis por parcela de 10 centímetros cúbicos por productos de los que a continuación se mencionan:

Malation	(Malatión)
Pounce	(permetrina)
Grofol	(fertilizante foliar)
Sagafilm	(Adherente)

La segunda aplicación, se llevo a cabo el día 15 de Julio de 1997 y se aplicaron 10 centímetros cúbicos de los siguientes productos:

Pounce	(permetrina)
Grofol	(fertilizante foliar)
Premier	(permetrina)
Sagafilm	(Adherente)

La tercera aplicación se llevo a cabo el día 6 de Septiembre de 1997 con una dosis por parcela de 10 centímetros cúbicos de los siguientes productos:

Pounce	(permetrina)
Grofol	(fertilizante foliar)
Premier	(permetrina)
Sagafilm	(Adherente)

Todas estas dosificaciones se llevaron a cabo en 20 litros de agua.

Parámetros evaluados en el cultivo del Maíz

Altura de plantas.

En las plantas de Maíz se empezó a medir la altura cuando la mayoría de ellas emergieron. La emergencia se dio uniformemente por lo cual la toma de datos de la altura se realizó del día 6 de junio hasta el 19 de julio de 1997.

La toma de datos consistió en tomar 5 plantas al azar de cada una de las parcelas de los tratamientos, cada 8 días, los cuales se midieron desde la base del suelo hasta la parte terminal de la hoja.

Numero de hojas por planta.

Las plantas que fueron seleccionadas para medir la altura en las parcelas del experimento, también fueron seleccionadas para el conteo de hojas y esto se llevó a cabo del 6 de Junio al 19 de Julio de 1997.

Numero de plantas por parcela.

El conteo de plantas se llevó a cabo el día de la cosecha (frijol 6 de Sept. , Maíz el 27 de Oct. de 1997). Consistió en contar las plantas de la parcela útil de todos los tratamientos.

Numero de elotes por planta.

Después de contar las plantas de Maíz se procedió a contar el número de elotes de cada una de las plantas del experimento.

Peso de plantas.

Consistió en pesar todas las plantas de las parcelas del experimento.

Peso del grano.

Después de efectuarse el conteo de elotes se procedió a pesar el número total de granos de la parcela útil de los tratamientos.

Peso del forraje.

Para obtener el peso del forraje se sumó la media total del peso de elotes más la media total del peso de las plantas de los tratamientos del experimento esto considerando que son las parcelas útiles de los tratamientos. Para obtener el peso total del forraje por hectárea se efectuó una regla de tres simple.

Parámetros evaluados en el cultivo de Frijol.

Altura de plantas.

En las plantas de frijol se empezó a medir la altura cuando aparecieron las primeras hojas verdaderas, consistió en medir desde la base del suelo hasta la parte terminal de la hoja, se seleccionaron 5 plantas por parcela útil, así como con un periodo de 8 días se llevó a cabo el conteo, esto se realizó del 6 de Junio al 19 de Julio de 1997.

Número de vainas por plantas.

Para obtener el número de vainas por plantas se procedió a seleccionar 5 plantas al azar y contar cuántas vainas tenía cada una de ellas, esto se llevó a cabo en cada parcela.

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 tratamientos.

Peso de los granos por planta.

De las cinco plantas seleccionadas al azar se procedió a pesar los granos totales obtenidos de cada una de ellas.

Peso del grano por parcela.

Después de seleccionadas las cinco plantas y pesado el número total de sus granos se procedió a trillar el número total de plantas de cada parcela para obtener el peso de grano de las parcelas.

Rendimientos del Frijol y del Maíz.

Rendimientos del Frijol.

En el frijol, todos los tratamientos se cosecharon el 4 de Septiembre de 1997. Se seleccionaron 5 plantas por parcela, se contaron las vainas por planta en cada una de las parcelas de los tratamientos, las vainas se secaron al sol para poder desvainar, en las repeticiones de los 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 tratamientos.

Rendimiento del Maíz.

La cosecha de Maíz se realizó el 20 de Octubre de 1997, lo que se llevó a cabo fue, cortar las plantas de Maíz con machete, contar el número de plantas por parcela, número de elotes por planta, peso del elote y peso de las plantas en cada una de las repeticiones de los tratamientos. Posteriormente se obtuvo el peso del forraje sumando la media del peso de elotes y la media del peso de las plantas en cada uno de los tratamientos.

VI.-RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis del peso del grano en el frijol (grs.), se consideraron 20 plantas de frijol para cada tratamiento así como para las parcelas de los testigos. Al realizar el análisis de varianza con 0.01 se encontró alta significancia en el frijol intercalado con respecto al frijol como testigo. Al llevar a cabo la comparación múltiple de medias por el método de Tukey, el frijol como testigo fue mejor que el intercalado (tabla 3).

ANALISIS DE PRODUCCION DEL GRANO DE FRIJOL (Grs)

Tabla 1.-Tabla de medias de los tratamientos por repeticiones

Tratam.	Repeticiones			
	1	2	3	4
TrI	8.9	22.464	24.096	8.016
TrII	6.912	24.912	12.864	17.784
TrIII	15.312	25.824	15.424	24.312
TFI	25.05	36.89	24.43	28.73
TFII	34.27	39.04	34.99	38.04
TFIII	26.09	36.62	43.77	14.35

Cuadro 1.- Análisis de varianza con raíz cuadrada de la producción del frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratam.	5	16.288696	3.257739	4.3800	0.009
Error	18	13.388062	0.743781		
Total	23	29.676758			

CV = 17.87 %

Tiene alta significancia.

La comparación múltiple de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 2.- Tabla de Medias

Tratamientos	Medias	
5	36.585	A
6	30.2075	AB
4	28.750	AB
3	22.218	AB
1	15.868	B
2	15.618	B

Tukey = 17.3133

Valores de tablas (0.05), (0.01) = 4.49, 5.60

ANALISIS DE LA PRODUCCION DEL MAIZ

El peso de las plantas de maíz se llevó a cabo en el campo el 27 de Octubre de 1997. En lo referente al peso del grano del TI el peso medio fue de 5254.9 grs.; en la TII fue de 4178.25 grs; en TIII fue de 5308.9 grs. Y el peso del testigo fue de 6412. De acuerdo con el análisis de varianza no hay diferencia significativa en los tratamientos con los testigos y en cuanto al análisis económico fue mejor en el intercalado que en el sembrado solo.

Análisis de producción media del grano de maíz

Tabla 3.- Media de la producción por cada repetición de cada tratamiento

Tratam.	Repeticiones				Suma	Media
TM	105.6	117.0	150.0	94.5	467.1	116.776
TrI	81.0	100.5	108.9	81.0	371.4	92.85
TrII	141.9	103.5	91.5	135.0	471.9	117.975
TrIII	141.0	160.5	88.5	180.0	570.0	142.500

Cuadro 2.- Análisis de varianza de la producción de grano de maíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratam.	3	4933.844375	1644.494751	2.2571	0.134
Error	12	8743.187500	728.598938		
Total	15	13676.671875			

C.V. = 22.97 %

No hay significancia

No se hace la comparación de medias por que no hay diferencias significativas entre tratamientos.

PRUEBA DE TUKEY

Nivel de significancia = 0.01

Tabla 4.- Tabla de medias del rendimiento de los tratamientos de maíz

Tratamientos	Media	
4	142.5	A
3	117.975	A
1	116.775	A
2	92.85	A

Tukey = 56.6844

Valor de tablas (0.05), (0.01) = 4.20, 5.50

Análisis de producción de forraje de maíz (kg.)

En lo referente al forraje se tomo la media de los tratamientos TI, TII y TIII para obtener el peso promedio total del forraje de la parcela útil y el peso total del forraje extrapolado a una hectárea.

Tabla 5.- Análisis de producción

Parcelas	Repeticiones				Promedio
	1	2	3	4	
TM	6.773	8.685	8.280	9.788	8.3815
TrI	8.100	9.000	10.822	8.685	9.1517
TrII	10.125	7.375	9.945	8.887	9.083
TrIII	12.532	10.327	7.425	10.462	10.1865

Cuadro 3.- Análisis de varianza de la producción de forraje del maíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratam.	3	6.636719	2.212240	0.9901	0.568
Error	12	26.812012	2.234334		
Total	15	33.448730			

C.V. = 16.25

No hay significancia

PRUEBA DE MEDIAS POR EL METODO DE TUKEY

Nivel significancia = 0.01

Tabla 6.- Medias de cada tratamiento

Tratam.	Repetición	Media
1	4	8.3815
2	4	9.1517
3	4	9.083
4	4	10.1865

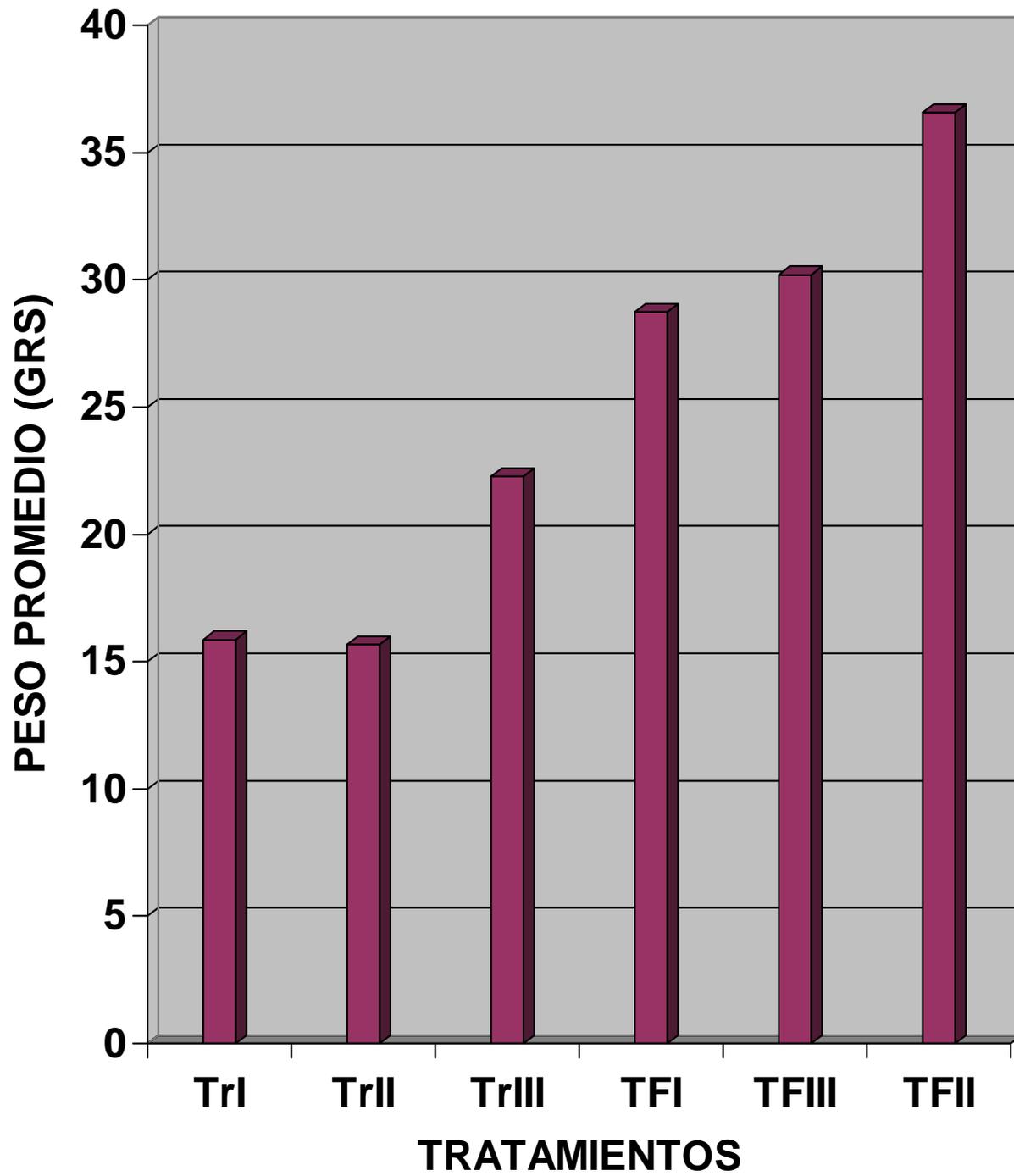
Prueba de medias

Tratamientos	Media	
4	10.1865	A
2	9.1517	A
3	9.083	A
1	8.3815	A

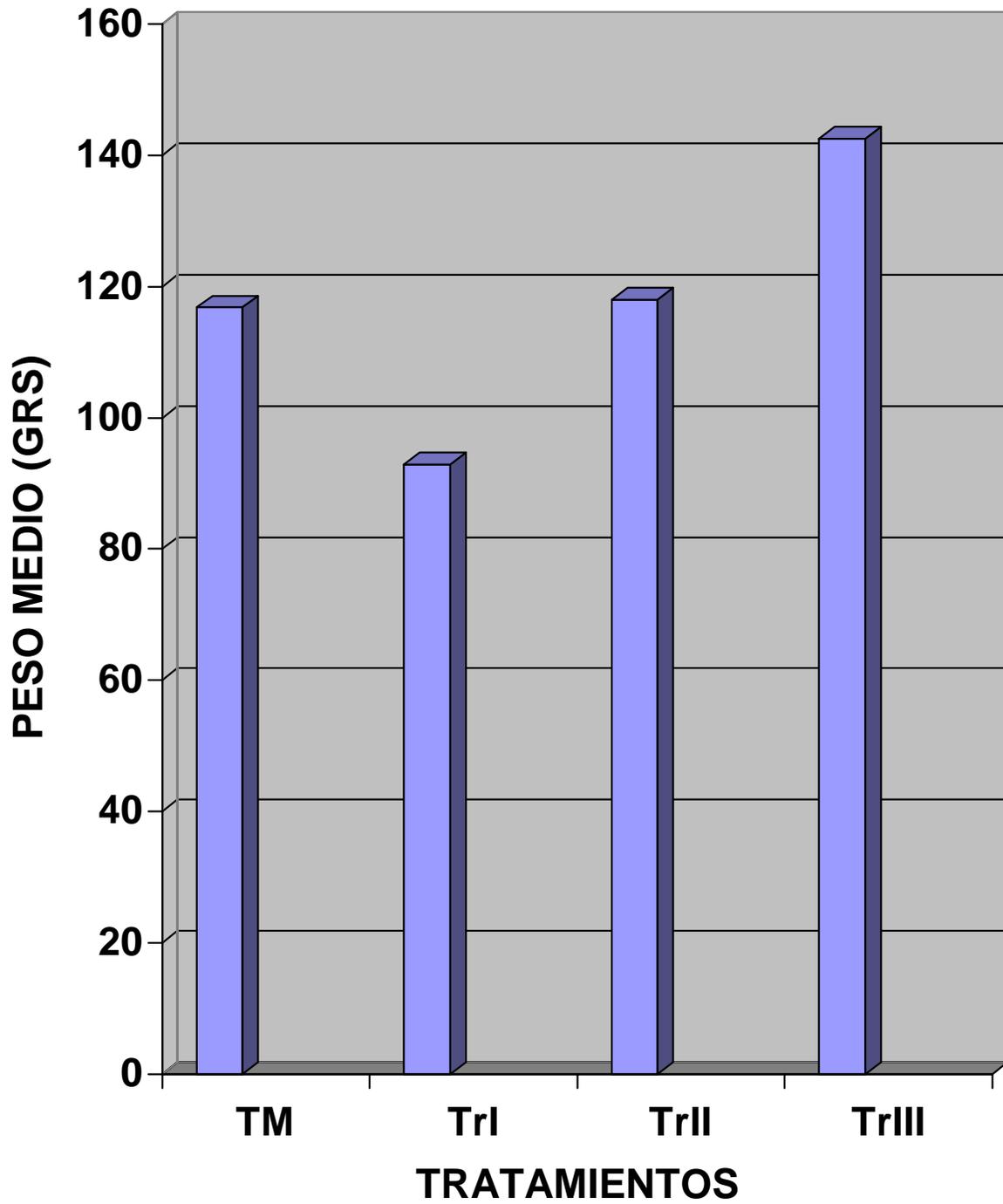
Tukey = 4.1106

Valores de tablas (0.05), (0.01) = 4.20, 5.50

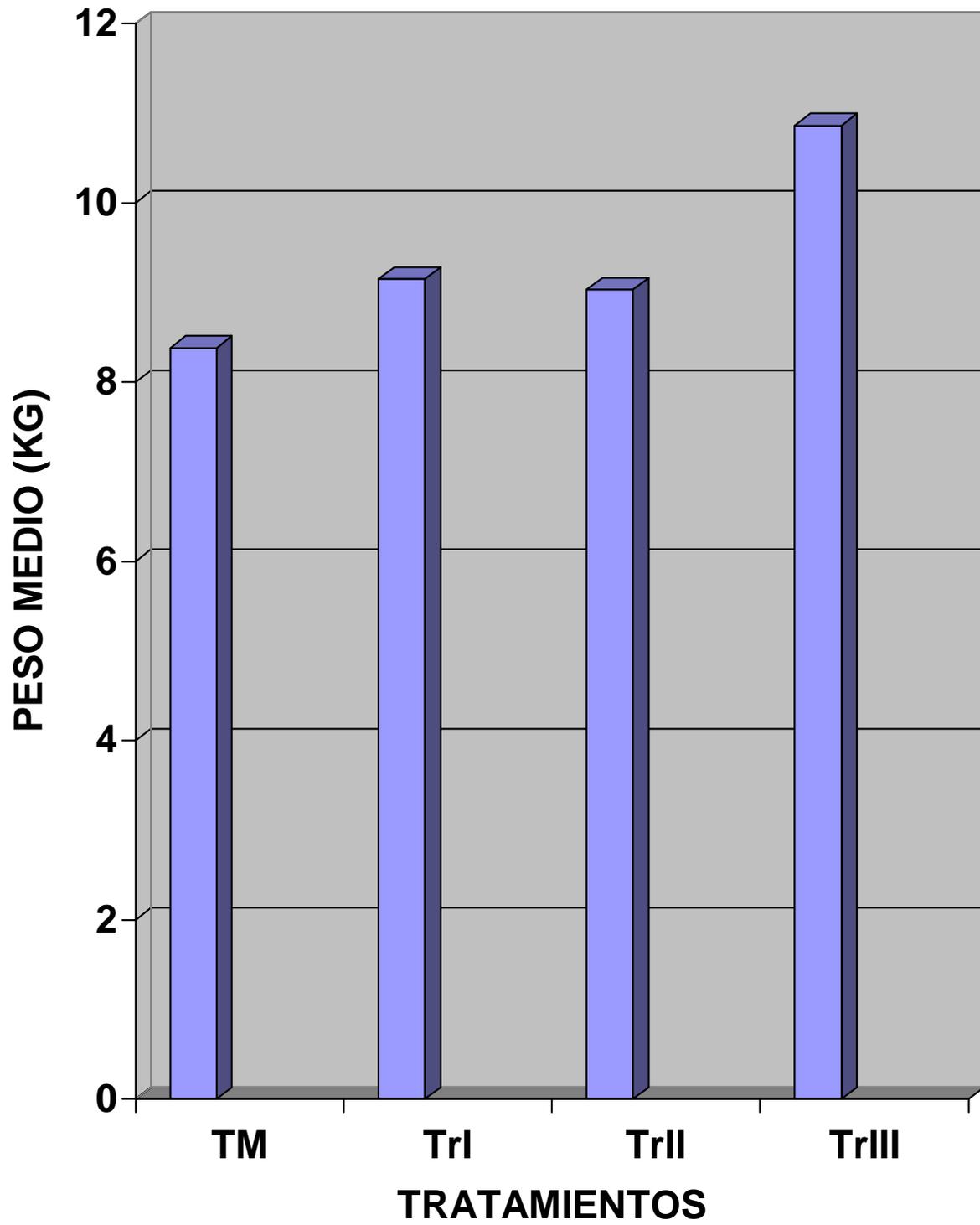
Grafica 1.- Producción media de grano de frijol por tratamientos en gramos



Grafica 2.- Producción media de grano de maíz en cada tratamiento



Grafica 3 .- Producción media de forraje por tratamiento.



ANALISIS ECONOMICO

Al llevar a cabo el análisis económico se puede observar que los costos de producción no difieren gran cosa en cada uno de los tratamientos así como en los testigos.

I.- Relación de costos en cada una de las actividades desempeñadas en las repeticiones de cada tratamiento.

Actividad	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Rastra	2	250	500
Nivelación	1	600	600
Trazo de sist, de riego	1	200	200
Siembra	1	300	300
Escarda	1	200	200
Deshierbes	1	250	250
Cosecha	2	50	100
Riegos	5	70	350
		Total	\$ 2500

Extrapolado a una hectárea

II.- Relación de costos en cada una de las actividades desempeñadas en cada uno de los testigos de los tratamientos.

Actividades	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Rastra	2	250	500
Nivelación	1	600	600
Trazo de riego	1	200	200
Siembra	1	300	300
Escardas	1	200	200
Deshierbes	1	250	250
Cosecha	2	100	100
Riegos	5	350	350
		Total	\$ 2500

El costo por hectárea de las actividades en los tratamientos es el mismo y las escardas y la siembra no se pueden realizar con maquinaria. Estos datos están extrapolados por una hectárea, y los jornales en las zonas ejidales es de N\$ 30.00.

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

Costo de semillas de Maíz y de Frijol en los tratamientos.

Tratam.	Maíz Kg.	Maíz \$Kg.	Frijol Kg.	Frijol \$Kg.	Costo/Ha
TrI	25	19	150	15	2725
TrII	25	19	120	15	2275
TrIII	25	19	90	15	1825
TM	25	19			475

Costo de las aplicaciones de los pesticidas.

Tratamientos	1ª Aplicación	2ª Aplicación	3ª Aplicación	Costo total
TrI	708.5	866.5	866.5	2441.5
TrII	708.5	866.5	866.5	2441.5
TrIII	708.5	866.5	866.5	2441.5
TM	708.5	866.5	866.5	2441.5
TF	708.5	866.5	866.5	2441.5

EGRESOS

Egresos generales de cada uno de los tratamientos

Tratamientos	Gasto de actividades	Gasto de semillas	Gasto de pesticidas	Costo total/ha.
TrI	2500	2725	2441.5	7666.5
TrII	2500	2275	2441.5	7216.5
TrIII	2500	1825	2441.5	6766.5
TM	2500	475	2441.5	5416.5
TF	2500	5400	2441.5	10341.5

INGRESOS

Ingresos generales de cada uno de los tratamientos por ha.

Tratamiento I

Producción	Cantidad/ha.	\$ Unidad	\$ Total
Maíz (grano)	4642.5 kg	1.30	6035.25
Rastrojo	10168.6 kg	0.90	9151.74
Frijol	793.45 kg	6.50	5157.43
			20341.5

Tratamiento II

Producción	Cantidad/ha.	\$ unidad	\$ Total
Maíz (grano)	5898.75 kg	1.30	7668.37
Forraje	10092.5 kg	0.90	9082.98
Frijol	624.72 kg	6.50	4060.78
			N\$ 24812.135

Tratamiento III

Producción	Cantidad/ha	\$ Unidad	\$ Total
Maíz (grano)	7125.0	1.30	9262.5
Rastrojo	11317.3	0.90	10186.47
Frijol	740.6	6.50	4810.0
			N\$ 24258.97

Ingresos generales de los testigos del Frijol

Testigo	Cantidad/ha	\$ Unidad	\$ Total
1	1438.75 kg	6.50	9351.8
2	1463.40 kg	6.50	9512.1
3	1006.93 kg	6.50	6545.5

Ingresos generales del testigo del Maíz

Producción	Cantidad/ha.	\$ Unidad	\$ Total
Maíz (grano)	5838.75 kg	1.30	7590.37
Forraje	9313.7 kg	0.90	8381.43
			N\$ 15971.80

UTILIDADES GENERADAS EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamientos	Egresos	Ingresos	Utilidad
I	7666.5	20344.42	12677.92
II	7216.5	20812.13	13595.63
III	6766.5	24258.97	17492.47

VII.- CONCLUSIONES

El Maíz (*Zea mays* L.) sembrado asociado rindió tanto como el sembrado solo y el Frijol (*Phaseolus vulgaris*) vio afectado su crecimiento por la acción de la competencia directa así como su rendimiento al sembrarlo con el Maíz.

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

La producción de Frijol fue mayor al sembrarlo en forma independiente que al sembrarlo asociado.

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, así como en los testigos 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 puede utilizar en regiones donde la escases de agua este muy marcada y donde existe la posibilidad sembrar utlizando aguas residuales.

VIII.-RESUMEN

Los Mayas y los Incas acostumbraban sembrar su Maíz (*Zea mayz* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris*) al mismo tiempo, siendo costumbre actualen los productores 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 basicos, hortalizas, etc., pero la mayoría de pequeños productores siguen sin saber como usar esa tecnología correctamente para aumentar la productividad del campo.

Bajo el sistema de asociar Maíz y Frijol, se garantiza una producción estable para la familia y si llega a haber axcedentes 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 daños por el medio ambiente como son heladas, inundaciones o sequías, de tal forma que si uno de los cultivos es dañado en etapas tempranas, el otro puede compensar las perdidas.

El trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano de 1997. Se utilizo el Maíz híbrido Aspros 910 y el Frijol variedad Pinto Americano. En el Maíz se utilizo una población normal en todos los tratamientos como en el testigo. En el Frijol asociado se utilizó tres poblaciones en TrI de 50000 ptas., TrII de 40000 ptas. y

TrIII de 33334ptas. por hectárea con sus respectivas repeticiones. El diseño experimental empleado fue el completamente al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones cada uno.

El análisis estadístico que se realizó fue solamente para el ámbito de la producción del experimento.

El Frijol asociado presentó menores rendimientos y mayores ganancias que el testigo. En la asociación Maíz-Frijol se obtuvieron mayores ganancias que al sembrarlos solos en unicultivo.

IX. LITERATURA CITADA

- Acosta, G. J. A. Y Sánchez V. I. 1982. Asociaciones y intercalamientos de Maíz 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 Maíz-Frijol en el área del Plan Puebla. In: "Definición de una metodología para la optimización de insumos de producción en el sistema Maíz-Frijol". Tesis Colegio de Postgraduados, Chapingo México. 178p.
- ASPROS COMERCIAL.1996. Etiqueta de información técnica. AS-910PG. Metepec, México.
- Altieri, M. A. 1987. Agroecology. The scientific basic of alternative agriculture. Ed. I. T. Publication. Inglaterra. P. 69-91.
- Barker, T. A. And Ch. A. Francis. 1986. Agronomy of multiple cropping system. In: Ch. A. Francis (ed.). Multiple cropping system. Ed. Mcmillan Publishing Company. U. S. A.. p. 161-182.
- Cox, G. W. And M.D. Atkins. 1979. Agriculture ecology. An analisis of world food production systems. W. H. Freeman and Company. U.S.A.
- Andrews, D. J. Y A. H. Kassam. 1976. The importance of multiple cropping increassing world food supplies (Mathias Stelly Ed.). Multiple cropping. ASA Special Publication. No 27: 110.
- Augstburger, F. 1985. Cultivos asociados en climas templados y fríos de Bolivia. *Turrialba*. 35:117-125.
- CIAT. 1981. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio . Cali, Clombia.
- Chuela, B. M. 1984. Determinación de la dosis optima económica de Nitrógeno fósforo y densidad de población en la asociación de Maíz-Frijol. licentro 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.
- Devis, J. H. C.; J. N. Wooley; R. A. Moreno. 1986. Multiple cropping with legumes and starchyroots. In: CH. A. Francis (ed). Multiple cropping systems. Ed. Mcmillan publishing company. U. S. A. P. 133-160.
- De la Paz, G.S. 1984. Evaluación de los 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 del 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 UAAAN.1995. Buenavista. Saltillo, Coahuila. 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 de Licenciatura, Chapingo, México.

Ferrera-Cerrato, R.;J. J. Almaraz S.; M. De las N. Rodríguez M. And D. Espinosa V. 1990. Fijación simbiótica de Nitrógeno en frijol. Revista Tierra 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. Flor and M. Prager. 1978. Effect of bean association on yields and yields components of malze. Crop Sci. 18:760-764.

Gardiner, T. R. And L. E. Craker.1981.Bean grows and ligh 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 sistems . Mcmillan publishing company. New York. pp 82- 95.

Hart, R.D. 1975. A bean corn and manioc polyculture cropping systems. The effect of interspecific competitionon crop yiel. Turrialba 25 (3):294-301.

- Hernandez, X. E. Y A. Ramos R. 1977. Metodología para el estudio de agroecología con persistencia de tecnología agrícola tradicional. In: Hernandez X. (Editor). Agroecología de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Colegio de Posgraduados. Chapingo México. p.321- 333.
- Herrera, Z. G.; Ortiz C. J.; González S. V. A. Y Carvallo U. A. 1991. Interacción intra e interespecífica de frijol común y maíz. Estructuras vegetativas. Agrociencia serie Fitociencia. 2(3): 51-65.
- Herrera C.B.E.; Muñoz O. Y kohshibata J. 1993. Agrociencia. Serie Fitociencia. 2 (3): 83-95. Montecillo México.
- Hidalgo, R. y L. Song. 1979. Diversidad genética en especies de Phaseolus. Recursos genéticos. Cali Colombia.
- Lépiz, I. R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. SAG-INIA. Folleto técnico No 58. Chapingo México.
- Lépiz, I. R. 1978. Programa nacional de frijol. INIA-SARH. México.
- Lépiz, I. R. 1978 a. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis de 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. Inglaterra. P. 115-125.
- López, J. J. N. 1985. Sistemas de siembras maíz-frijol Monografía. U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah. México. 103p.
- Márquez, S. F. 1974. El problema de la interacción genética-ambiental en genotécnia vegetal. Patronato de la Escuela Nacional de Agricultura A. C. Chapingo México. 113p.
- 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 genero Phaseolus. Serie de investigación No 8. Colegio de postgraduados. Chapingo México.

- Miranda, C. S. 1967 b. Origen del *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común). *Agrociencia*. México. 1 (2): 109.
- Montes, R. R. 1979. Incidencia de enfermedades en el 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 entofítogenéticos 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. 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 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 el maíz (*Zea mays* L.). Tesis Colegio de Postgraduados. Chapingo México.
- Robles, S. R. 1986. Producción de granos y forrajes. 4^a ed. Editorial LIMUSA. México.
- Romero, R. B. 1964. Observación preliminar de rendimiento e incidencias de plagas en maíz y frijol asociados.
- Ruíz, 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 chícharo. Manuales para la educación agropecuaria. Ed. Trillas. México, 29 p.
- Sosa, D. G. 1987. La evaluación del maíz y frijol bajo tres sistemas de cultivo a través de: Análisis de crecimiento, algunas características agronómicas y componentes de rendimiento. Tesis Licenciatura U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah, México. 104 p.
- 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.