

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



MAIZ-FRIJOL INTERCALADOS COMO UNA ALTERNATIVA
PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION DE FRIJOL
EN EL CENTRO DE CHIAPAS.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

NORBERTO CARRIZALES MEJIA

GUADALAJARA, JALISCO. 1983

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA

MAIZ-FRIJOL INTERCALADOS COMO UNA ALTERNATIVA
PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION DE FRIJOL
EN EL CENTRO DE CHIAPAS.

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA, PRESENTA
NORBERTO CARRIZALES MEJIA
GUADALAJARA, JALISCO



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Escuela de Agricultura

Expediente
Número

Julio 22, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
NORBERTO CARRIZALES MEJIA _____ titulada,

"MAIZ-FRIJOL INTERCALADOS COMO UNA ALTERNATIVA PARA EL INCREMENTO EN LA
PRODUCCION DE FRIJOL, EN EL CENTRO DE CHIAPAS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

ASESOR

ING. M.C. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ.

ASESOR

ING. ANTONIO JUAREZ MARTINEZ.

hlg.

LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL.

APARTADO POSTAL NUM. 129

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

A G R A D E C I M I E N T O S

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS (INIA)
POR PERMITIRME EL MANEJO DE LOS DATOS DE ESTE ESTUDIO Y -
POR SU APOYO MORAL Y ECONOMICO.

A LOS INGENIEROS: ELIAS SANDOVAL I., NICOLAS SOLANO V., -
Y ANTONIO JUAREZ M., POR LA DIRECCION Y ASESORAMIENTO DE -
ESTA TESIS.

AL PERSONAL DE CAMPO DEL PROGRAMA DE FRIJOL CON SEDE EN -
VILLAFLORES, CHIS. (ARTURO CONDE, ARIOSTO MONTERO, HUM -
BERTO FLORES Y GUSTAVO RAMIREZ).

AL ING. JOSE DE JESUS SILVA C. (COORDINADOR DEL CAECECH, -
POR LAS FACILIDADES OTORGADAS EN LA ELABORACION DE ESTA -
TESIS.

A LA SRA. ADRIANA MONTERO FIGUEROA POR SU GRAN AYUDA EN -
EL TRABAJO DE MECANOGRAFIA.

DEDICATORIA

En memoria de mi Padre:

ALFREDO CARRIZALES DOMINGUEZ

Con eterno cariño y gratitud.

A mi Madre:

PAULA MEJIA VAZQUEZ

Por su dedicación en la superación de mi persona.

A mis Hermanos:

ALFREDO, ROSA MARIA, TOMAS, RAUL, GUADALUPE, ENRIQUE, PATRICIA, LAURA Y MARTHA, y a sus respectivas familias, cariñosamente.

A mis Abuelos:

CATARINA DOMINGUEZ FLORES +

TEODORO MEJIA OLIVARES +

FELIX VAZQUEZ DE O.

Con respeto y cariño.

A mis Tíos:

FRANCISCO RODRIGUEZ Y ARISTEO OLIVARES

Con profundo respeto.

Amorosamente a mi Esposa MAYE:

Por su cariño y comprensión, y a mi hijo BETITO

A MIS MAESTROS:

Con respeto y gratitud.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

Con infinita estimación.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	a
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVO	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Importancia de los cultivos asociados e intercalados de maíz-frijol.	4
4.1.1. Antecedentes	4
4.1.2. Distribución	5
4.2 Ventajas de los cultivos asociados e intercalados de maíz-frijol.	7
4.2.1. Organismos dañinos.	8
4.2.2. Eficiencia económica.	9
4.2.3. Eficiencia relativa de la tierra.	11
4.3 Densidades de población y fertilización en el cultivo asociado e intercalado maíz-frijol.	14
4.3.1. Respuesta del maíz y del frijol a la densidad de población, en el cultivo asociado e intercalado.	15

4.3.2.	Respuesta del maíz y del frijol a las dosis del Nitrógeno y del Fósforo en el cultivo asociado e intercalado.	20
4.3.3.	Interacciones sobresalientes -- (densidades de población por -- fórmulas de fertilización) en maíz-frijol asociado e intercalado.	24
V.	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FRAYLESCA	25
5.1.	Ubicación Geográfica	25
5.2.	Clima	25
5.3.	Vegetación	27
5.4.	Suelos	28
VI.	MATERIALES Y METODOS	30
6.1.	Ubicación y fecha de siembra de los experimentos..	30
6.2.	Variedades utilizadas	30
6.3.	Método y densidad de siembra	30
6.4.	Tratamientos y diseño experimental.	31
6.5.	Toma de datos.	34
6.6.	Fertilización.	34
6.7.	Control de insectos, plaga y maleza.	35
6.8.	Análisis de varianza.	35
6.9.	Prueba de significancia.	36

	Página
VII. RESULTADOS	38
7.1. Primer experimento	38
7.1.1. Densidades de población del maíz.	38
7.1.2. Densidades de población del frijol.	38
7.1.3. Utilidades brutas en los -- tratamientos.	44
7.1.4. Eficiencia relativa de la - tierra.	44
7.2. Segundo experimento	44
7.2.1. Densidades de población del maíz.	44
7.2.2. Densidades de población del frijol.	45
7.2.3. Utilidades brutas de los -- tratamientos.	47
7.2.3.1. Fórmulas de ferti lización.	47
7.2.3.2. Intearracciones de primer orden.	47
7.2.4. Eficiencia relativa de la - tierra.	51
7.3. Tercer experimento	51
7.3.1. Densidades de población del maíz.	51

	Página
7.3.2. Densidades de población del frijol.	52
7.3.3. Utilidades brutas en los -- tratamientos.	52
7.3.4. Eficiencia relativa de la - tierra.	54
VIII. DISCUSION GENERAL	55
8.1. Sobre densidades de población del maíz	55
8.2. Sobre densidades de población del frijol.	56
8.3. Sobre las ganancias económicas de los- tratamientos.	57
8.4. Sobre la eficiencia relativa de la tie- rra.	61
IX. CONCLUSIONES	63
X. RESUMEN	65
XI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	67
XII. APENDICE	76

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro 1. Factores de variación del primer experimento de maíz-frijol intercalado y densidades de maíz y frijol en unicultivo. Villaflores, Chiapas. Verano de 1976.	32
Cuadro 2. Factores de variación del segundo experimento de maíz-frijol intercalado y densidades de maíz y frijol en unicultivo. Villaflores, Chiapas. Verano de 1977.	33
Cuadro 3. Factores de variación del tercer experimento de maíz-frijol intercalado y densidades de maíz y frijol en unicultivo. Villaflores, Chiapas. Verano de 1978.	33
Cuadro 4. Rendimiento de maíz y frijol, eficiencia relativa del terreno y utilidades brutas de tratamientos de maíz-frijol intercalado y en unicultivo. Experimento realizado en Villaflores, Chiapas. Verano de 1976.	39
Cuadro 5. Rendimiento de maíz y frijol, eficiencia relativa del terreno y utilidades brutas de tratamientos intercalados y en unicultivo. Experimento realizado en Villaflores, Chiapas. Verano de 1977	46

- Cuadro 6. Rendimientos económicos de las fórmulas de fertilización evaluadas en el experimento del ciclo verano 1977. Villaflores, Chiapas. 48
- Cuadro 7. Rendimientos económicos de las interacciones, poblaciones de frijol por fórmula de fertilización en el experimento efectuado en el ciclo de verano 1977. Villaflores, Chis. 48
- Cuadro 8. Rendimiento de maíz y frijol, eficiencia relativa del terreno y utilidades brutas de tratamientos intercalados y en unicultivo. Experimento realizado en Villaflores, Chiapas. Verano de 1978 53
- Figura 1. Localización geográfica de la zona agrícola La Fraylesca en relación al Estado de Chiapas. 26
- Figura 2. Respuesta de las diferentes densidades de población de maíz intercalado y unicultivo en 3 experimentos realizados en Villaflores, Chiapas. Ciclos de verano 1976-77-78. 40

- Figura 3. Respuesta del maíz intercalado y unicultivo ante diferentes poblaciones de frijol en 3 experimentos realizados en Villaflores, Chiapas. Veranos 1976-77-78. 41
- Figura 4. Respuesta de las diferentes densidades de población de frijol intercalado y unicultivo en 3 experimentos realizados en Villaflores, Chiapas. Ciclos de verano 197-77-78. 42
- Figura 5. Respuesta del frijol intercalado a diferentes poblaciones de maíz en tres experimentos efectuados durante los veranos 1976-77-78. Villaflores, --- Chiapas. 43
- Figura 6. Respuesta económica de los tratamientos intercalados de maíz y frijol a la aplicación de nitrógeno y fósforo. Experimento de 1977. Villaflores, -- Chiapas. 49
- Figura 7. Respuesta económica de las poblaciones de frijol intercalado y unicultivo a las dosis de nitrógeno y fósforo Experimento 1977. Villaflores, Chis. 50

Figura 8. Utilidades brutas obtenidas por las poblaciones del maíz intercalado y unicultivo en 3 experimentos efectuados en Villaflores, Chis. Veranos 1976-77 78.

59

Figura 9. Utilidades brutas obtenidas por las poblaciones de frijol intercalado y unicultivo en 3 experimentos efectuados en Villaflores, Chis. Veranos 1976-77 78.

60

I. INTRODUCCION

El estado de Chiapas es uno de los principales productores de frijol en México; en 1982 se cultivaron alrededor de 54 166 ha de esta leguminosa y en la zona agrícola de la Fraylesca, Chis. (área del estudio) se cultivan anualmente poco más de 26 000 ha de frijol dedicándose al monocultivo unas 2 800 ha y al cultivo de maíz-frijol unas 23 800 ha. De la cantidad mencionada se cultivan anualmente 2 800 ha en forma intercalada al maíz, 20 000 en relevo de maíz y 1 000 en sucesión de maíz.

El patrón de cultivo maíz-frijol intercalado es de suma importancia para los agricultores que lo practican en la zona agrícola de la Fraylesca, pues les permite producir frijol para autoconsumo y maíz para su venta proporcionándoles buenas utilidades, además de que, en esa forma explotan mas intensivamente sus recursos.

De los factores más importantes que limitan la producción de este cultivo en la Fraylesca destacan por su importancia: la utilización de densidades inadecuadas del cultivo (maíz-frijol) y la falta de dosis adecuadas de Nitrógeno y Fósforo, al cultivo. Por la razón anterior, el presente estudio se hizo con el fin de obtener información sobre el comportamiento del cultivo maíz-frijol intercalado, sobre el mismo surco, al evaluar diferentes densidades de población de maíz y frijol, así como fórmulas diferentes de nitrógeno y fósforo por hectárea para poder determinar la eficiencia agronómica y económica de este patrón de cultivo.

II. HIPOTESIS

En el cultivo intercalado de maíz-frijol (sobre el mismo surco), con densidades de población adecuadas para el maíz y el frijol y con las dosis adecuadas de nitrógeno y fósforo es factible obtener mayores rendimientos, ganancias brutas y una mayor eficiencia relativa de la tierra (ERT) por hectárea en comparación a las que proporcionan los monocultivos respectivos. Esta hipótesis se plantea en base a los siguientes supuestos:

a) En el cultivo intercalado de maíz-frijol existen poblaciones que proporcionan rendimientos en kg/ha iguales a los que obtienen estas dos especies en sus respectivos monocultivos.

b) El cultivo de maíz-frijol proporciona mayores utilidades brutas en \$/ha debido a que hay una complementación de estas dos especies y a que es un sistema de producción más estable que los monocultivos respectivos.

c) El cultivo de maíz-frijol intercalado responde a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo incrementando sus rendimientos tanto en kg/ha como en \$/ha.

d) El cultivo intercalado de maíz-frijol posee una mayor eficiencia relativa de la tierra (ERT) o razón de superficie equivalente (RSE) en términos de ingresos físicos, que los monocultivos no pueden superar.

III. OBJETIVO

Evaluar el patrón de cultivo maíz-frijol intercalado (sobre el mismo surco) en la región agrícola de la Fraylesca, Chiapas en comparación a los unicultivos de maíz y de frijol para poder determinar lo siguiente:

- a) Las mejores densidades de población en el cultivo de maíz-frijol intercalado que proporcionen los mayores rendimientos en kg/ha, en comparación a los unicultivos de maíz y de frijol.
- b) Los tratamientos del cultivo maíz-frijol intercalado que ofrezcan las mayores utilidades brutas en \$/ha, en comparación a los unicultivos.
- c) La fórmula de fertilización mas adecuada al cultivo maíz-frijol intercalado que proporcione mejores rendimientos, tanto de maíz como de frijol, en comparación a los unicultivos.
- d) Los tratamientos que hacen un mejor uso eficiente de la tierra (ERT) o razón de superficie equivalente (RSE).

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Importancia de los cultivos asociados e intercalados de maíz-frijol.

Los cultivos asociados e intercalados de maíz-frijol constituyen un sistema de producción bastante importante en la agricultura de varios pueblos en el mundo. En nuestro país este tipo de cultivos es de una importancia relativamente grande, dado que, en la mayoría de sus regiones agrícolas el porcentaje de estas siembras es mayor que el de la siembra de frijol en unicultivo.

4.1.1 Antecedentes

Según Miranda citado por Lépiz (1974) el sistema de producción maíz-frijol tienen sus raíces en las culturas indígenas y ha sido copiado de la naturaleza, haciéndole algunas modificaciones que resultan ventajosas desde el punto de vista agrícola. Hernández y Ramos (1977) mencionaron: los agroecosistemas entre los que se encuentran el maíz-frijol asociado y/o intercalado no se han originado por mecanismos modernos de ciencia y tecnología, sino que, se basan en prácticas y elementos culturales que sirven de apoyo para el uso de los recursos naturales de nuestra población rural. Indicaron además que esta tecnología es la resultante de experiencias acumuladas por miles de años seleccionadas con el fin de obtener los mejores resultados en el uso de dichos

recursos. Hernández et al (1979) señalaron que probablemente el hábito voluble de los frijoles dirigió la atención hacia su cultivo en asociación con el maíz, el cual es otra especie básica en la alimentación de nuestros pueblos. Por su parte Lépiz (1978) mencionó que el sistema de producción maíz-frijol se ha venido practicando en México desde épocas precortecianas e indicó que en la actualidad sigue siendo de gran importancia en la producción de alimentos, especialmente para los pequeños agricultores.

4.1.2 Distribución

La distribución del sistema asociado e intercalado (especialmente de maíz-frijol) es bastante notoria. Estudios efectuados por varios investigadores indican que este tipo de cultivos se encuentran difundidos por casi todo el mundo, principalmente en los países de América Latina y del continente Africano, así por ejemplo. Dalrymple (1971) señaló que la práctica de los cultivos múltiples se encuentra bastante difundida por todo el mundo. El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) en 1969 y Gutiérrez et al (1975) mencionaron que el 80% de la superficie sembrada con frijol en Latinoamérica, se encuentra bajo el sistema de cultivo intercalado. Arnon citado por Francis et al (1975) estimó que el 98% del caupí, leguminosa bastante importante en Africa, se encuentra asociada con otros cultivos alimenticios por otra parte, Norman citado por los mismos investigadores señaló que alrededor del 83% del terreno cultivable en Nigeria se dedica a

cultivos múltiples. Dos estudios efectuados por Francis et al (1975 y 1976) señalaron que el 60% del área total sembrada con maíz en el trópico latinoamericano se encuentra en asociación con otros cultivos, principalmente con el frijol.

México es particularmente uno de los países con mayor producción de frijol en el mundo (poco más de 960 mil ton/año), una gran parte de esa producción se considera que es obtenida por medio de cultivos asociados, principalmente con maíz, tal y como lo señaló Lépiz (1974) el cual mencionó que en 1969 se cosecharon en el país más de 1.7 millones de hectáreas de frijol correspondiendo al frijol asociado con maíz más del 57.7% del total, además señaló que la producción fue de un poco más de 832 mil toneladas de las cuales el frijol asociado aportó el 34.8%.

Scobie y colaboradores citados por Thung (1977) señalaron que en México los sistemas de siembras intercaladas contribuyen en un 50% en la producción de frijol. Por su parte Mark (1979) mencionó: en México se practica el cultivo de frijol principalmente en formas asociadas, llevándose a cabo en un contexto geográfico casi tan amplio como el del maíz.

En la zona agrícola de la Fraylesca, Chiapas (lugar donde se efectuó este estudio) una estimación hecha por el Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas* señaló que en 1980 se cultivaron unas

* Grupo Interdisciplinario de maíz-frijol

40 400 ha de maíz en unicultivo; 2 800 ha de frijol en unicultivo; y 23 800 ha de maíz-frijol, de las hectáreas de maíz-frijol, 2800 se cultivaron en forma intercalada, 20 000 en relevo, y 1 000 en sucesión.

4.2. Ventajas de los cultivos asociados e intercalados de maíz-frijol.

Al cultivo de maíz-frijol asociado e intercalado se le ha dado una menor importancia en comparación a los unicultivos de esas dos especies. De manera general se piensa que este cultivo ocasiona mayores problemas y es menos productivo que los unicultivos debido principalmente a varias desventajas que presenta, no obstante, en nuestro país la investigación efectuada particularmente sobre el sistema maíz-frijol ha demostrado a través de varios estudios la eficiencia y bondad del cultivo, tal y como lo señalan Moreno et al (1973), Lépiz (1971, 1974 y 1978), Pantoja et al (1975), Sánchez (1977), y García (1979) entre otros.

Es importante hacer notar que la tecnología moderna se ha enfocado fundamentalmente al sistema del unicultivo y no ha tomado en cuenta el riesgo que corren los agricultores en zonas de subsistencia, ya que estos explotan los cultivos asociados por ser más estables que los unicultivos obteniendo mejores ganancias debido a una menor incidencia de plagas y enfermedades y a un mejor uso eficiente de la tierra.

4.2.1. Organismos dañinos

Estudios efectuados por Lépiz (1974), Francis et al (1975) y Tejada et al (1979) entre otros indican que los cultivos asociados, tanto de maíz-frijol como de otros más, se encuentran favorecidos porque frenan en cierto grado la multiplicación de plagas y enfermedades debido a que se tiene un mejor aprovechamiento de las variaciones del habitat, provocando con esto un mayor beneficio económico para los agricultores de pocos recursos.

En un estudio efectuado por Altieris et al (1977), los investigadores encontraron que las poblaciones de chicharrita (ninfas y adultos) se redujeron en 40 y 53 % respectivamente al intercalar maleza al frijol, de igual forma observaron que en la asociación maíz-frijol se presentaron poblaciones 26 % menores que en frijol unicultivo; en el caso de cogollero (Spodoptera frugiperda) encontraron un comportamiento similar e indicaron que la (Diabrotica Balteata) se incrementó en 55% cuando se intercaló con maleza, sin embargo, en los cultivos asociados disminuyó en 45%. Francis et al (1976 y 1977) y Francis y Prager (1977) también observaron que en la asociación maíz-frijol el ataque del gusano cogollero se redujo en relación al unicultivo del maíz.

Por otra parte Thung (1977) señaló que en la asociación yuca con frijol la incidencia de plagas es menor que en los unicultivos debido a un mejor equilibrio de poblaciones de insectos, indicó además que la

asociación puede favorecer la incidencia de enfermedades en ambos cultivos afectando mas severamente al frijol.

Sánchez (1977) encontró que la conchuela (Epilachna varivestis, Muls) se concentra más en el unicultivo del frijol que en el frijol asociado, ocurriendo lo contrario con el picudo del ejote (Apión godmani, Wagner) cuando se trató de la variedad guiadora Negro-150.

Por su parte Montes (1979) señaló en un estudio efectuado, que la "roya" (Uromices phaseoli, Thipica, Arth) y el "tizón del halo" (Pseudomonas phaseolicola "E. F. Sm" Dows) se presentaron en mayor grado de infestación en el frijol unicultivo y en espalderas, que cuando el frijol estuvo asociado.

En cuanto al control de maleza, Lépiz (1978) y Tejada et al (1979) señalaron en sus estudios que la asociación de cultivos se vio favorecida por no presentar una alta incidencia de malas hierbas debido básicamente al efecto de sombreo que el cultivo ejerció sobre la maleza.

4.2.2. Eficiencia económica

En México los cultivos asociados e intercalados de maíz-frijol son económicamente mas eficientes que los unicultivos del maíz y del frijol, así lo demuestran los resultados obtenidos por Lépiz (1971 y 1974), Platero (1975), Sánchez D. (1977) y Lépiz (1978) en el Valle de México; Moreno et al (1973), Pantoja (1975), Esquivel (1976) y Aguilar (1978)

en el área del Plan Puebla; así como Pérez (1975) en Jalisco, Rivera (1976) en Aguascalientes y Vidal (1980) en Nayarit. La eficiencia económica característica de los cultivos asociados e intercalados es entonces una gran ventaja para los agricultores de escasos recursos quienes al explotar al máximo este tipo de cultivo, obtienen mayores ingresos económicos que los obtenidos con los monocultivos respectivos.

En un estudio efectuado en Rumania, Solantai y colaboradores citados por Moreno (1972) encontraron que las ganancias económicas en la asociación de maíz-frijol superaron a las obtenidas por el maíz y el frijol en monocultivo hasta en un 56%. Francis et al (1975) señalaron que los agricultores de pocos recursos en los trópicos, al practicar sistemas de cultivo múltiples o intercalados reducen riesgos, dan a su familia una fuente variada de alimentos y maximizan el ingreso en condiciones de baja tecnología. Lépiz (1978) en un estudio realizado en Chapingo, México encontró que la variedad de frijol Negro 150 asociado con cualquier variedad de maíz, de las probadas, produjo los rendimientos económicos más altos y señaló que el monocultivo del maíz se situó en la parte media, correspondiendo al monocultivo de frijol los rendimientos económicos más bajos.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (1978) en un estudio de comparación de sistemas señaló al monocultivo del maíz como el menos estable de tres sistemas que se compararon e indicó a la asociación maíz-frijol como la más rentable, debido básicamente a un

menor costo de producción ocasionando un menor riesgo y una mayor estabilidad de ingresos al agricultor que efectúa este cultivo. Por otra parte, en un estudio hecho por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1980) en el sur de Huila, Colombia se señaló a la asociación maíz-frijol como mas ventajosa que el unicultivo del frijol dentro del rango de precios esperados para uno y otro, sin embargo, indicó que nueva tecnología agronómica hace mas rentable al unicultivo del frijol (en espalderas) en comparación a la asociación, aún en la muy baja proporción de precios de 3:1 entre frijol y maíz respectivamente.

4.2.3. Eficiencia relativa de la tierra (ERT).

Las ventajas en cuanto a la productividad de la tierra al intensificar el número de especies por cultivo son mencionadas por Turrent (1979) quien da varios ejemplos sobre la racionalidad de los cultivos asociados e intercalados existentes en México. El Centro Internacional de Investigaciones sobre Arroz (IRRI) en 1974 citado por Turrent (1979) empezó a usar el concepto "Eficiencia relativa de la tierra" o "Razón de superficie equivalente" (Land Equivalent Ratio, LER) el cual es un parámetro que permite establecer comparaciones entre patrones de cultivo que involucran a las mismas especies. El parámetro ERT se calcula en referencia al cultivo único y simple (unicultivo) de cada una de las especies involucradas.

$$ERT = \sum_{i=1}^n \frac{X_{ij}}{X_j}$$

X_i es la producción de la i ava especie en el cultivo compuesto evaluado.

X_j es la producción de la misma especie como unicultivo bajo el mismo manejo.

$$ERT = \frac{\text{rendimiento de maíz intercalado}}{\text{rendimiento de maíz en unicultivo}} + \frac{\text{rendimiento de frijol intercalado}}{\text{rendimiento de frijol en unicultivo}}$$

Sin duda los cultivos asociados e intercalados poseen una mayor eficiencia en relación a los unicultivos, así lo señaló García (1979) quien mencionó que los unicultivos, no obstante a ser considerados como la evolución de la agricultura, constituyen un ecosistema bastante delicado e inestable; indicó que los sistemas tradicionales han subsistido obviamente porque ofrecen más ventajas que los unicultivos no pueden ofrecer a los agricultores tradicionales. Turrent (1979) señaló que los cultivos asociados e intercalados son bastante racionales y por lo tanto, la productividad de la tierra bajo esos patrones de cultivo es potencialmente más alta que la de patrones de cultivo de tipo revolución verde (cultivo único y simple).

Por otra parte, se sabe debido a varios estudios que la asociación y la intercalación de maíz-frijol son de acuerdo al parámetro "eficiencia relativa de la tierra" o "razón de superficie equivalente", superiores a los unicultivos del frijol y del maíz; Claire y Mancilla

(1976), Francis et al (1976 y 1977), Lépiz (1978), y Santa-Cecilia y Vieira (1978). Al respecto, Francis et al (1976 y 1977) al comparar unicultivos de maíz y de frijol con el cultivo asociado, encontraron una mayor eficiencia en el uso de la tierra, en la asociación maíz-frijol, con valores del 21% al 90% mayores en comparación con los respectivos unicultivos. Un estudio hecho por Lépiz (1978) indicó en cuanto al parámetro "razón de superficie equivalente" que la asociación maíz-frijol fue superior a los intercalamientos de frijol-maíz, señalando además a dicho intercalamiento como aún mejor que las siembras de frijol o de maíz en unicultivo.

Se conocen otras ventajas además de las mencionadas (organismos dafinos, eficiencia económica y eficiencia relativa del terreno), aunque no son propiamente del cultivo de maíz con frijol; así por ejemplo Thompson y Kelly citados por Morales y Doll (1975) señalaron que este tipo de sistema de producción ofrece: a) economía de espacio, cuando hay escasa tierra; b) ganancia en tiempo, porque la arada y cultivada pueden servir a la vez para dos o más cosechas y c) mejor utilización de los nutrimentos. Sin embargo, consideran como desventajas: a) un mayor incremento en los costos de labores, por emplear mas mano de obra y no emplear implementos agrícolas; b) una mayor dificultad al controlar insectos y enfermedades y c) mayor peligro de dañar una especie cuando otra está siendo cosechada.

Por su parte Lépiz (1978) señaló en forma resumida las ventajas de los cultivos asociados e intercalados las cuales son: a) mayor flexibilidad en las necesidades de mano de obra en las labores de cultivo y cosecha durante el año, b) mayor flexibilidad en la utilización de los recursos del capital, c) mayor uso en la utilización de los recursos ecológicos en tiempo y espacio, d) se maximiza la producción económica por unidad de área, e) existe mayor estabilidad en la producción, por reducirse los riesgos contra epifitias, variaciones del clima y de los precios de los productos en el mercado, f) existe mayor protección del suelo contra la erosión por el mayor tiempo de cobertura vegetal, g) se mantiene la fertilidad del suelo por la inclusión de leguminosas en la asociación, h) hay mejor control de maleza por efecto de sombreo, i) existe un mejor balance nutricional por haber disponibilidad de alimentos por mayor tiempo. No obstante, este autor considera como desventajas: a) la existencia de una mayor dificultad para la realización de prácticas culturales como aplicaciones de productos químicos, deshierbes y labor de cosecha, b) el requerimiento de mas mano de obra y c) la no mecanización de la cosecha.

4.3 Densidades de población y fertilización en el cultivo asociado e intercalado maíz-frijol.

En los cultivos asociados e intercalados de maíz-frijol se ha observado una competencia interespecifica por varios factores ambientales como luz, agua, nutrientes, oxígeno y bióxido de carbono. Sin

embargo, también se ha observado que existe una complementación entre las especies involucradas y un ejemplo lo es cuando el maíz sirve de soporte al frijol de gufa.

La luz es quizá el factor que mas influye en el rendimiento del maíz y del frijol en asociación e intercalación y se encuentra básicamente relacionado con las densidades del cultivo. En un estudio hecho por Toala (1976) el investigador señaló a la luz como el factor que mas limitó el crecimiento del frijol en asociación con el maíz, yuca y plátano. Lépez (1978) observó una mayor intercepción de la luz en siembras asociadas de maíz con frijol; no obstante, señaló que la asociación presentó en los estratos inferiores una menor intensidad de la luz repercutiendo en un menor rendimiento de grano en ambas especies. Willey y Osiru (1979) observaron a las asociaciones intensivas de maíz-frijol como más rendidoras que los unicultivos hasta en 38% más, mencionaron que esto se debió a que las asociaciones hicieron un mejor uso de los recursos ambientales y en especial de la luz e indicaron que los rendimientos se aumentaron porque las asociaciones exigieron una mayor densidad de población para producir rendimientos máximos.

4.3.1. Respuesta del maíz y del frijol a la densidad de población en el cultivo asociado e intercalado.

Se obtienen menores rendimientos, tanto de maíz como de frijol, cuando se cultivan en forma asociada y/o intercalada en comparación

a sus respectivos unicultivos: Romero (1964), Solontai et al citados por Moreno (1972), Pantoja et al (1975), Solórzano (1977), y Tejada et al (1979) entre otros.

El efecto de las densidades de población del maíz y del frijol en el cultivo maíz-frijol puede ser positivo o negativo, todo depende de la interacción que una especie ejerce sobre la otra. Según Lépiz (1971), Solontai et al citados por Moreno (1972), Pantoja et al (1975) Baracochea (1977) y Campos (1980) existe una reducción en el rendimiento del maíz al aumentarse las poblaciones del frijol y un aumento al incrementarse su propia densidad de población, ocurriendo lo mismo con el frijol.

Pantoja y colaboradores (1975) en el Valle de Puebla mencionaron que una mayor población de maíz aumentó los rendimientos del mismo y disminuyó los rendimientos del frijol trepador. Desir (1975) observó un mayor rendimiento de maíz en asociación ante altas poblaciones de frijol arbustivo (200 mil pl/ha) que con frijol trepador y obtuvo un mayor rendimiento de frijol trepador cuando lo cultivó con maíz de porte alto, y un mayor rendimiento de frijol arbustivo cuando lo cultivó con maíz de porte bajo.

Esquivel (1976) en Puebla señaló que: a) el frijol afectó negativamente los rendimientos del maíz hasta un 48% en función de su densidad y hábito de crecimiento, b) las variedades de semigufa no afectaron los rendimientos del maíz, c) el frijol incrementó sus rendimien-

tos al elevar sus propias densidades de población, reflejándose en los incrementos de ingresos netos, d) las densidades del frijol disminuyeron los rendimientos del maíz, al aumentar éstas, y c) las variedades de maíz H-28 y H-129 permitieron mayores rendimientos del frijol y obtuvieron los menores rendimientos del maíz.

Francis y Prager (1977) compararon unicultivos de maíz y frijol con el cultivo asociado y observaron que el rendimiento del maíz no disminuyó como consecuencia de la asociación; sin embargo, señalaron una baja en el rendimiento del frijol de un 50%. Algo similar con respecto al maíz se mencionó por Francis y colaboradores (1977) quienes observaron un aumento en la producción cuando se determinaron la densidad óptima, las fechas relativas de siembra y la orientación física de las especies en el cultivo.

En un estudio hecho por Sánchez (1977) el investigador observó a la variedad Negro-150 (de gufa) con mejores resultados cuando se sembró asociada con maíz, que en unicultivo, en cambio, señaló un mayor rendimiento de las variedades Bayo-107 (de semigufa) y Canario 107 (de mata) cuando se sembraron en unicultivo en comparación a la siembra asociada de éstas. Atribuyó lo anterior a la competencia por luz que ejerce el maíz sobre el frijol.

Prager (1977) al comparar diferentes métodos de siembra de maíz-frijol asociado encontró una disminución en el rendimiento del frijol arbustivo y del voluble de 30% y 50% respectivamente, señaló además

una disminución de un 17% en el rendimiento del maíz al asociarse con frijol arbustivo y de un 36% al asociarse con frijol voluble.

Dos ensayos hechos por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1977) en los que se evaluó la densidad óptima de siembra para la variedad de frijol P-589 en unicultivo y en asociación con 4 densidades de maíz en diversas condiciones, señalaron una óptima población uniforme de plantas de frijol a un nivel de 120 mil pl/ha; no obstante, a medida que aumentó la densidad del frijol disminuyeron los rendimientos del maíz. En otro estudio, en donde se observó la competencia entre maíz y frijol, se determinó que el frijol redujo marcadamente su rendimiento cuando se sembró en forma simultánea al maíz en comparación a la siembra del frijol hecha diez días antes que la del maíz. Se observó claramente que el frijol trepador redujo en mayor grado los rendimientos del maíz en relación a otros tipos, especialmente cuando los dos cultivos se sembraron en forma simultánea.

Lépiz citado por Lépiz (1978) en un experimento sobre variedades de maíz y frijol realizado en Ixcaquixtla, Puebla observó una reducción en los rendimientos del maíz H-220 hasta de un 24% cuando se asoció a una variedad de frijol enredador con respecto a cuando se asoció con variedades de semiguía.

Por otra parte, varias investigaciones consignan que el maíz y el frijol asociados rinden en forma igual o mayor, en comparación a sus

respectivos unicultivos: Moreno (1972), Centro Internacional de Agricultura Tropical (1976), Francis y Prager (1977), Prager (1977) y Campos (1980). Lo dicho es en base a la mención de que los rendimientos del maíz en asociación son afectados considerablemente por las poblaciones del frijol y que el frijol es indiferente a las densidades del maíz y no responde a sus propias densidades de población. Turrent citados por Tejada et al (1979) no observaron respuesta en rendimiento del frijol a las densidades de población del maíz ni del frijol y concluyeron que los niveles altos de nitrógeno y fósforo aumentaron los rendimientos del frijol voluble aún cuando se aumentó la densidad de población del maíz asociado, indicaron además que esto fue debido a la falta de competencia por nutrimentos y a una complementación entre ambas especies.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (1976) señaló que el cultivo asociado de frijol con maíz puede efectuarse en densidades óptimas de unicultivo, siempre y cuando, no haya factores limitantes a la producción. Desir y Pinchinat (1976) observaron en un estudio a la asociación del maíz de porte bajo y el frijol arbustivo, con densidades de 50 mil y 200 mil pl/ha respectivamente como agronómica y económicamente mejores.

Al comparar unicultivos de maíz o frijol con el cultivo asociado Francis y Prager (1977) determinaron que el rendimiento del maíz en asociación no disminuyó por efecto del frijol asociado. Señalaron que

la cosecha del frijol asociado con maíz puede producir hasta 1 500 kg/ha en el caso de variedades arbustivas y hasta 2000 kg/ha con variedades volubles.

En un estudio hecho por Prager (1977) se observó un efecto del hábito de crecimiento del frijol en su propia densidad; este investigador encontró densidades óptimas para frijol voluble y arbustivo de 120 mil y 240 mil pl/ha respectivamente y señaló que la densidad óptima en unicultivo del frijol y del maíz fue la mejor a nivel asociación.

Al utilizar los altos niveles de tecnología, en un estudio, Tejada et al (1979) encontraron a nivel de unicultivo y asociación una respuesta en aumentos del rendimiento del frijol voluble hasta una densidad de 120 mil pl/ha y del frijol arbustivo hasta una densidad de 240 mil pl/ha. Señalaron una disminución del rendimiento en frijol arbustivo asociado de 30% y en voluble de un 50% comparados con los unicultivos.

4.3.2. Respuesta del maíz y del frijol a las dosis de nitrógeno y de fósforo en el cultivo asociado e intercalado.

La respuesta ha sido variable si consideramos los resultados de varios estudios, los cuales señalan una respuesta positiva del maíz y del frijol en el cultivo asociado e intercalado a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo por hectárea. Pero por otro lado, también se menciona que el maíz y el frijol no responden a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo, y además se señala en ese tipo de siembra una competencia interespecífica por nutrientes como el nitrógeno y el fósforo.

Moreno (1972) encontró una respuesta del frijol a la dosis del nitrógeno aplicado al maíz y al frijol; aclaró este hecho al considerar una insuficiente fijación biológica del nitrógeno por parte del frijol para sus necesidades compitiendo en consecuencia con el maíz por este nutrimento.

Gukova y Bosomolva citados por Moreno et al (1972) estudiaron el cultivo asociado maíz-frijol y encontraron una respuesta a las altas dosificaciones de nitrógeno y fósforo. Señalaron que el maíz asociado se vió favorecido por las altas dosificaciones del nitrógeno, mientras que el frijol asociado se favoreció por altas dosificaciones de fósforo. Por otro lado Stivers, Chen y Stephanov también citados por Moreno et al (1972) consideraron la respuesta que las asociaciones tienen a las altas dosificaciones de nitrógeno, fósforo, potasio y altas densidades de población indicando que se pueden deber a la competencia interespecifica por luz y nutrientes.

Ruiz et al citados por Lépiz (1974) llevaron a cabo 4 experimentos en Puebla sobre maíz-frijol asociado y mencionan haber obtenido los mejores resultados cuando fertilizaron con dosis de 150 kg de nitrógeno más 40 kg de fósforo por hectárea aplicando 1/3 del nitrógeno al momento de la siembra y 2/3 en la primera labor.

En Guatemala, Del Valle (1975) en el Valle de Monjas efectuó un estudio sobre maíz-frijol y observó un efecto positivo de los niveles del nitrógeno y del potasio. Sin embargo, no encontró respuesta a los

niveles del fósforo debido a que el suelo donde se hizo el estudio contenía una cantidad suficiente de este elemento. Concluyó que el efecto positivo del nitrógeno en el maíz se observó hasta el nivel de 60 kg/ha y en el frijol se observó hasta el nivel de 30 kg/ha.

Pantoja et al (1975) observaron respuestas de la asociación maíz-frijol a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo e indicaron haber obtenido los rendimientos más altos con las dosis de 150 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo por hectárea en suelos arenosos profundos y con 120 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo por hectárea en suelos arenosos poco profundos.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (1977) evaluó el efecto de la asociación maíz-frijol sobre la fijación de nitrógeno por el frijol. Los resultados señalaron que a pesar de una competencia por luz y/o nutrientes, limitante del desarrollo de las plantas en asociaciones de maíz-frijol trepador; esta limitación no se presentó durante el período de fijación activa de nitrógeno.

Beracoechea (1976) hizo un estudio en 3 municipios de Puebla y encontró una respuesta económica a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo. Estableció que los mejores rendimientos se obtienen con aplicaciones de 100 kg de nitrógeno más 40 a 60 kg de fósforo por hectárea.

Esquivel (1978) en un estudio sobre asociación maíz-frijol en Puebla, observó un efecto significativo del nitrógeno sobre los rendimientos e

ingresos en 5 y 4 experimentos respectivamente; señaló además su efecto sobre acame del maíz y los rendimientos del frijol en 3 y 2 experimentos y en general, obtuvo respuestas óptimas económicas a las dosis de 120 y 90 kg de nitrógeno por hectárea. En cuanto al fósforo, observó las mejores respuestas óptimas económicas al nivel de 30 kg/ha.

En un estudio hecho por Campos (1980) se encontró una respuesta positiva de rendimiento del maíz y del frijol a las aplicaciones de fósforo por hectárea. El Investigador indicó una respuesta del maíz a la dosis 90 a 120 kg/ha de nitrógeno y 20 kg de fósforo por hectárea, señaló que el frijol respondió a la dosis de 80 a 140 de nitrógeno y de 40 a 60 kg de fósforo por hectárea. En cuanto a los ingresos brutos de maíz + frijol mencionó una respuesta positiva cuando las dosis variaron de 90 a 120 kg de nitrógeno y de 20 a 60 kg de fósforo por hectárea.

Por otra parte, Esquivel (1976) en un estudio de asociación maíz-frijol no encontró respuesta a los dos niveles de fertilización utilizados sobre los rendimientos de grano del frijol y del maíz. Así mismo Turrent et al citados por Tejada et al (1979) señalaron que el rendimiento del frijol no respondió a las dosis de fósforo probadas y concluyeron que con altos niveles de nitrógeno y fósforo, los rendimientos del frijol voluble aumentaron aún cuando se aumentó la densidad de población del maíz asociado; mencionaron que esto se debió a una falta de competencia interespecífica por estos nutrientes.

4.3.3. Interacciones sobresalientes (densidades de población por fórmulas de fertilización) en maíz-frijol asociado e intercalado.

Las investigaciones sobre asociación maíz-frijol que han efectuado algunos de los investigadores indican de manera general que se obtienen mayores rendimientos e ingresos económicos de maíz con frijol asociado e intercalado al emplear de 30 000 a 40 000 plantas de maíz por hectárea asociadas o intercaladas con 30 000 a 40 000 plantas de frijol de guña por hectárea, fertilizadas con 80 a 120 kg de nitrógeno más 20 a 60 kg de fósforo por hectárea respectivamente, Romero (1964) y Campos (1980).

Moreno (1972), Ruiz et al citados por Lépiz (1974), Pantoja et al (1975), Beracoechea (1977), y Esquivel (1978) determinaron mayores rendimientos e ingresos económicos al utilizar de 30 000 a 40 000 plantas de maíz por hectárea asociadas con 60 000 a 90 000 plantas de frijol de semiguña por hectárea, fertilizadas con 90 a 150 kg de nitrógeno más 30 a 80 kg de fósforo por hectárea, respectivamente.

Por último Lépiz (1978) al hacer un resumen sobre trabajos de asociación efectuados en el Valle de México, el Plan Puebla y Tlaxcala señaló que el maíz y el frijol deben sembrarse en los Valles Altos de Puebla, Tlaxcala y México en densidades de 30 000 a 40 000 y de 60 000 a 90 000 pl/ha respectivamente, fertilizadas con 80 a 120 kg de nitrógeno y con 40 a 70 kg de fósforo por hectárea, aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo a la siembra y la otra mitad del nitrógeno en la segunda labor.

V. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FRAYLESCA

5.1. Ubicación geográfica

La región agrícola de la Fraylesca, Chiapas se localiza geográficamente entre los $15^{\circ} 49'$ y $16^{\circ} 33'$ latitud norte, y entre los $92^{\circ} 47'$ y $93^{\circ} 50'$ longitud oeste. Se encuentra integrada por los municipios de Villaflores y Villa Corzo y cuenta con una superficie de 525 880 hectáreas, encontrándose a una altura sobre el nivel del mar que varía de 550 a 700 m.

5.2. Clima

La región de la Fraylesca cuenta con dos grupos de climas de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1973). El más representativo es el cálido subhúmedo que abarca un 95% del área; el 5% restante es clima templado húmedo. El norte de la Fraylesca colinda con los municipios de Ocozocoautla y Suchiapa, donde se tiene clasificación $Aw_0(w)ig$ que representa un clima cálido subhúmedo con la variante de ser el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y una oscilación térmica de 5 a $7^{\circ} C$ en la parte central, al suroeste y noroeste se presenta el $Aw_2(w)(i)g$ que representa a un clima cálido subhúmedo con la variante de ser el más húmedo de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano y una oscilación térmica que varía de 5 a $7^{\circ} C$. Por último en la porción suroeste de la Fraylesca que colinda con el municipio de Tonalá se encuentra la clasificación $C(w)w(i'')g$; $(A)C(W_0)(w_0)(i')$; y la $Aw(w)(I')g$.

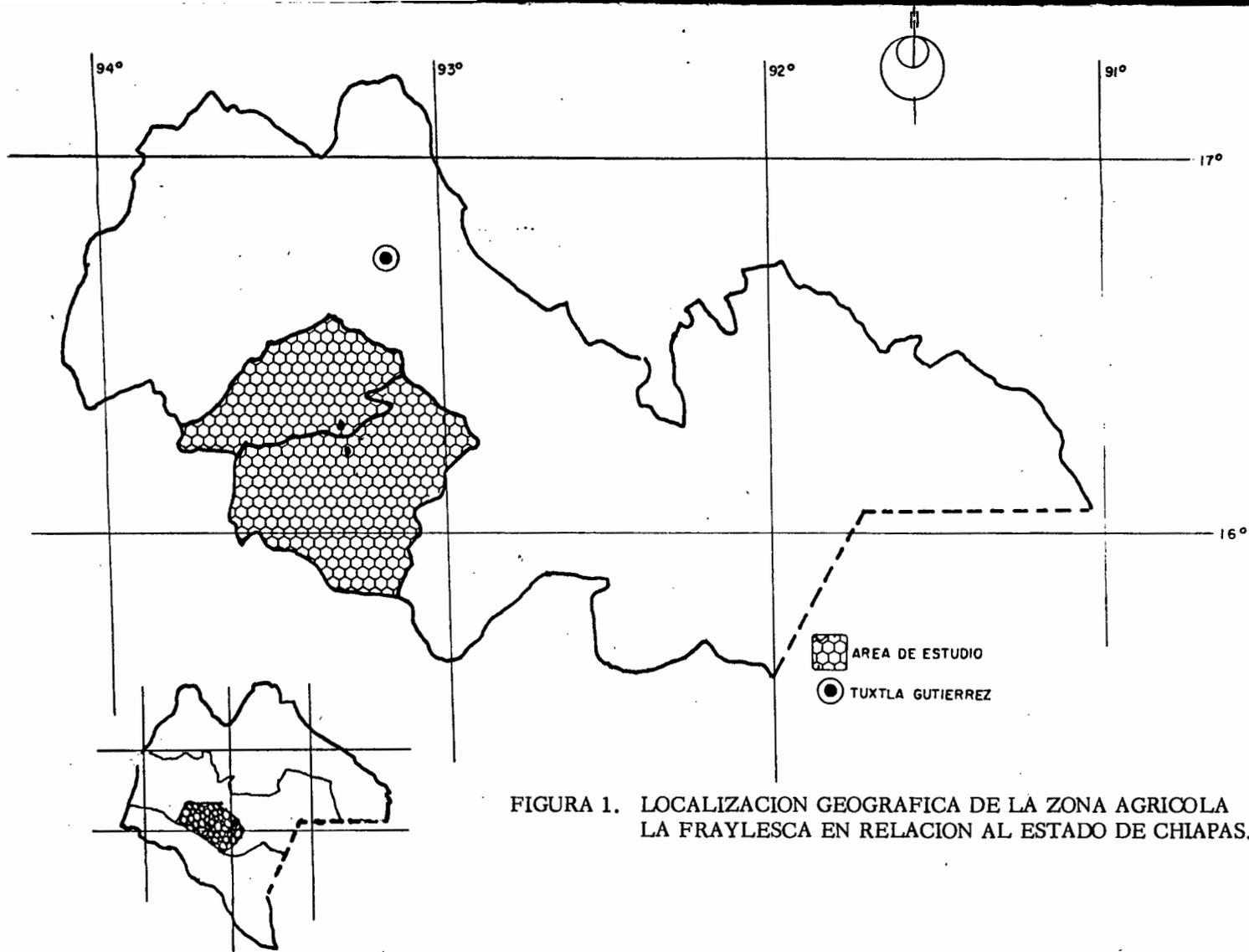


FIGURA 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA ZONA AGRICOLA LA FRAYLESCA EN RELACION AL ESTADO DE CHIAPAS.

La precipitación media anual es de 1248 mm, siendo la época más húmeda en verano y la más seca a fines del invierno y principios de la primavera. La evaporación media anual es de 1670 mm. Se tiene una temperatura media de 24° C, la temperatura mínima extrema se presenta en el invierno y la temperatura máxima absoluta se registra en primavera.

5.3 Vegetación

En la Fraylesca la vegetación es variada debido a la interacción de ésta con el clima y el suelo. Sin embargo, el hombre ha influido bastante con la tala inmoderada de la vegetación original ocasionando con esto la desaparición de algunas especies en esa zona y el aumento de la erosión principalmente, los tipos de vegetación más representativos según Miranda (1975) son los siguientes:

a) Selva alta siempre verde. De este tipo de vegetación solamente quedan pequeños vestigios a orillas de los ríos y se tiene: cedro (Cedrella mexicana), caoba (Swietenia macrophila), sanshan (Terminalia aborata), matapalo (Picue involuta) y guanacastle (Enterolobium cyclocarpum).

b) Selva baja decídua. Se tienen especies como: palo mulato (Bursera simaruba), carnero (Secceleba acapulcensis), piñón (Jatrocha curcas) y madre de cacao (Caesalpinia volutinia).

c) Bosque decídúo. Se tiene liquidambar (Liquidambar sturacifolia) y Tzcuí (Quercus candicas).

d) Bosques de pino y encino. Se tiene pino (Pinos spp) y encino (Quercus spp).

e) Sabanas y selvas altas subdecídúas. Se tienen las siguientes especies: nanche (Byrsonima crassifolia), espino blanco (Acacia pennatula) jícara (Crescentia cujeta y C. alata), totoposte (Licania arbores), guapi-nol (Hymeneae courvaril) y cuaulote blanco (Luchea candida).

5.4 Suelos

Según el marco de referencia regional del Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas en 1980, esta área corresponde por sus características geológicas a las eras azoica y paleozoica, por ello los suelos fueron originados de rocas ígneas y sedimentarias. Se piensa que son suelos formados bajo condiciones climáticas tropicales, dado que las temperaturas medias oscilan entre 24°C y 26°C con una estación seca bien definida que va de noviembre a mayo con un bajo contenido de materia orgánica debido a las altas temperaturas y precipitaciones (1100-1300 mm anuales).

El por ciento de saturación de bases es mayor del 50% lo cual indica un horizonte "B" eluviado por causa de la fuerte lixiviación a que están sujetos estos suelos por efecto de las texturas areno-arcillosas predo-

minantes. Su topografía va de plana a ligeramente accidentada, con pendientes que varían de 10 a 20%, lo cual origina la existencia de un sin número de pequeños valles con suelos profundos, de origen coluvial y aluvial. La fertilidad de estos suelos varía de regular a buena, dependiendo principalmente de su porcentaje de saturación de bases, es decir, a mayor porcentaje, mayor fertilidad. Esta situación ha motivado la clasificación de suelos a nivel de unidad correspondiente al sistema FAO-UNESCO, el cual establece para esta región, la unidad cambisol dístico, es decir, suelos de reciente formación y regular fertilidad. El pH es ligeramente ácido debido al material madre que le dió origen y por las condiciones climáticas mencionadas.

En la Fraylesca existe una buena organización en la producción de maíz y frijol en comparación a otras regiones del Centro de Chiapas. El tamaño de la explotación varía de 2 a 20 hectáreas; en esa área se tienen identificados dos grandes sistemas de producción los cuales son: el de aradura y el de barreta, el primero se localiza en suelos planos (suelos mecanizables) y el segundo se practica en terrenos con topografía irregular y suelos delgados (no mecanizables).



VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Ubicación y fecha de siembra de los experimentos.

El estudio se integró por tres experimentos efectuados en terrenos de agricultores cooperantes durante los veranos 1976, 1977 y 1978 en el municipio de Villaflores, Chiapas. El primer experimento se estableció en el rancho San Ramón a 2.5 km de distancia de la ciudad de Villaflores por la carretera Ocozocoautla-Villaflores, la siembra del maíz y del frijol se hizo en forma simultánea el día 26 de junio. El segundo experimento se estableció en la fracción San Martín a 1.6 km de distancia al suroeste de la ciudad de Villaflores el día 13 de junio de 1977, sembrando el maíz-frijol en forma simultánea. El tercero y último experimento se estableció en los terrenos del área de Ciencias Agronómicas (Campus V) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UnACh) haciendo la siembra del maíz y del frijol en forma simultánea el día 14 de junio de 1978.

6.2 Variedades utilizadas.

En el estudio se usaron el maíz H-507 y la variedad de frijol Jamaica, las que son bastante utilizadas por los agricultores de la Fraylesca.

6.3 Método y densidad de siembra.

La siembra del maíz y del frijol fue en forma intercalada sobre el mismo surco y en unicultivo, depositando cuatro semillas de maíz por golpe y dos semillas de frijol por golpe. Diez días después de la siembra se hizo un aclareo en maíz y en frijol, dejando dos plantas de maíz

y una de frijol por golpe. En el primer experimento las poblaciones de maíz intercalado fueron 20, 30 y 40 miles de plantas por hectárea y para maíz unicultivo fue de 45 mil plantas por hectárea; las poblaciones de frijol intercalado fueron de 40, 70, 100 y 130 miles de plantas por hectárea y para frijol en unicultivo de 170 mil plantas por hectárea. En el segundo y tercer experimento se probaron únicamente 70, 100 y 130 miles de plantas por hectárea de frijol intercalado y una densidad de 200 mil pl/ha de frijol en unicultivo; las poblaciones de maíz intercalado fueron las mismas que se probaron en el primer experimento.

6.4 Tratamientos y diseño experimental.

En el primer experimento se utilizaron dos factores de variación:

1) tres poblaciones de maíz y 2) cuatro poblaciones de frijol (Cuadro 1). Se integró un experimento con 12 tratamientos intercalados más dos tratamientos "testigos" adicionales (maíz y frijol unicultivo) y se empleó un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones y parcelas de 4 surcos de 6 m de largo separados a 0.92 m (22.08 m^2), la parcela útil fue de 9.20 m^2 tomados de los dos surcos centrales; en el caso del frijol unicultivo las parcelas fueron de 5 surcos de 6 m de largo separadas a 0.61 m y la parcela útil fue de 9.20 m^2 .

El segundo experimento constó de tres factores de variación: 1) tres poblaciones de maíz, 2) tres poblaciones de frijol, y 3) dos fórmulas de fertilización (Cuadro 2). Integraron el experimento 18 tratamientos intercalados más 2 tratamientos "testigos" (maíz y frijol unicultivo);

el diseño experimental usado, la parcela experimental y la parcela útil tanto en tratamientos intercalados como en unicultivos fueron iguales al experimento anterior.

En el tercero y último experimento intervinieron los tres anteriores factores, sin embargo, las fórmulas de fertilización del tercer factor se modificaron en relación al fósforo (Cuadro 3) con objeto de observar el efecto del nitrógeno en las diferentes densidades intercaladas de maíz y de frijol que se probaron. El número de tratamientos, el diseño experimental, la parcela experimental y la parcela útil fueron iguales que en el anterior experimento.

CUADRO 1. FACTORES DE VARIACION DEL PRIMER EXPERIMENTO DE MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y DENSIDADES DE MAIZ Y FRIJOL EN UNICULTIVO. VILLAFLORES, CHIS. VERANO 1976.

Factores de Variación	
1. Densidades de maíz intercalado en pl/ha.	2. Densidades de frijol intercalado en pl/ha.
a) 20 000	d) 40 000
b) 30 000	e) 70 000
c) 40 000	f) 100 000
	g) 130 000
45 000 *	170 000 *

* Unicultivo

CUADRO 2. FACTORES DE VARIACION DEL SEGUNDO EXPERIMENTO DE MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y DENSIDADES DE MAIZ Y FRIJOL EN UNICULTIVO. VILLAFLORES, CHIS. VERANO 1977.

Factores de Variación		
1. Densidades de maiz intercalado en pl/ha.	2. Densidades de frijol intercalado en pl/ha.	3. Fórmulas de fertilización en kg/ha de N y P.
a) 20 000	d) 70 000	g) 80-40-00
b) 30 000	e) 100 000	h) 120-80-00
c) 40 000	f) 130 000	
45 000 *	200 000 *	

* Unicultivo

CUADRO 3. FACTORES DE VARIACION DEL TERCER EXPERIMENTO DE MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y DENSIDADES DE MAIZ Y FRIJOL EN UNICULTIVO. VILLAFLORES, CHIS. VERANO 1978.

Factores de Variación		
1. Densidades de maiz intercalado pl/ha	2. Densidades de frijol intercalado pl/ha	3. Fórmulas de fertilización kg/ha de N y P
a) 20 000	d) 70 000	g) 80-40-00
b) 30 000	e) 100 000	h) 120-40-00
c) 40 000	f) 130 000	
45 000 *	200 000 *	

* Unicultivo

6.5 Toma de datos.

En el caso del frijol, los datos obtenidos fueron sobre: 1) altura de planta, 2) vigor y carga, 3) enfermedades, 4) plantas cosechadas por parcela útil, 5) vainas por planta, 6) granos por vaina y 7) gramos por parcela útil transformados a kg/ha al 12% de humedad.

En el caso del maíz se obtuvo: 1) plantas cosechadas por parcela útil, 2) mazorcas cosechadas por parcela útil y 3) rendimiento en gramos por parcela útil transformados a kg/ha al 12% de humedad.

6.6 Fertilización.

Se usaron como fuentes de nitrógeno y de fósforo el sulfato de amonio (20.5%) y el superfosfato de calcio simple (20%) respectivamente. Los tratamientos intercalados y el maíz unicultivo, en el primer experimento, se fertilizaron con la fórmula 80-40-00 aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de sembrar y el resto del nitrógeno a los 40 días después de la siembra; el frijol unicultivo se fertilizó con la fórmula 40-40-00 al momento de sembrar. En el segundo experimento, el maíz-frijol intercalado se fertilizó con las fórmulas 80-40-00 y 120-80-00, esta última sirvió para el maíz unicultivo, haciéndose la aplicación de igual forma que al experimento anterior; el frijol unicultivo se fertilizó al sembrarse con la fórmula 40-40-00. En el tercer experimento se emplearon las fórmulas 120-40-00 para maíz-frijol intercalado y 80-40-00 para maíz - frijol intercalado y maíz unicultivo, hacien-

do la aplicación del fertilizante como en el experimento anterior, el frijol se fertilizó a la siembra con la fórmula 40-40-00.

6.7 Control de insectos plaga y maleza.

Los insectos plaga más importantes que se presentaron en los tres experimentos fueron: 1) diabrotica o doradilla (Diabrotica spp), 2) chicharrita (Empoasca favae, Harris) y 3) mosquita blanca (Trialeurodes vaporariorum, West). La diabrotica y la chicharrita se controlaron con dos aplicaciones de Parathión metílico (50%) en dosis de 500 c. c. /ha mezclados con Sevín 80% P. H. en dosis de 500 g/ha, una aplicación a los 20 días después de la siembra y la otra aplicación cuando el frijol inició su floración; la mosquita blanca se controló con dos aplicaciones de Folimat 1000-E en dosis de 0.5 lt/ha.

Para mantener los experimentos libres de maleza se hicieron dos limpiezas con azadón, por experimento, a los 10 y 20 días después de la siembra y una limpieza a mano a los 30 días después de la siembra.

6.8 Análisis de varianza.

El análisis económico se hizo después de transformar los rendimientos (kg/ha) de maíz-frijol a pesos por hectárea considerando un precio de \$ 6 500.00 la tonelada de maíz y de \$ 16 500.00 la tonelada de frijol, conservando una relación de precios maíz/frijol de 1:2.5 respectivamente. Lo anterior queda dentro de la relación de precios maíz/frijol fluctuante en México, la cual es de 1:2:3.

Los rendimientos en kg/ha del maíz y del frijol, en los tres experimentos, se analizaron por separado para indicar las diferencias existentes entre las poblaciones intercaladas del maíz y del frijol en comparación a sus unicultivos. Se efectuó un análisis económico factorial, de cada experimento, que incluyó solamente a los tratamientos intercalados sin considerar los unicultivos. Se hizo además un segundo análisis económico en bloques al azar en el que se incluyeron los unicultivos, para hacer las correspondientes comparaciones.

6.9 Pruebas de significancia.

Se utilizó la prueba de comparación de promedios de Tuckey (DMSH = diferencia mínima significativa honesta) en los análisis donde la prueba de F resultó significativa al 5% de probabilidad para los factores de variación: densidades de poblaciones del maíz; densidades de población del frijol; fórmulas de fertilización e interacciones de primero y segundo orden.

El cálculo de la DMSH se hizo con la fórmula presentada por Steel y Torrie en 1960, la cual se presenta enseguida.

$$T_q = Q(\alpha\% t, g. l.) \cdot S_{\bar{x}}$$

T_q = Diferencia mínima significativa honesta donde $Q(\alpha\% t, g. l.)$ es el valor del rango studentizado a $\alpha\%$ de probabilidad para t tratamiento y $g. l.$ grados de libertad del error, valor que se obtiene de tablas para pruebas de Tuckey.

$S_{\bar{x}}$ = Desviación estándar de la media

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{CM_e}{r}}$$

CM_e = Cuadrado medio del error

r = Número de repeticiones de las medias a comprobar.

Los valores sobre eficiencia relativa de la tierra, se obtuvieron en la forma citada por Turrent (1979) y quedó mencionada en el capítulo de revisión de literatura. Dichos valores no se analizaron y solo se seleccionaron los más altos como los mejores.

VII. RESULTADOS

7.1 PRIMER EXPERIMENTO

7.1.1 Densidades de población del maíz.

Las producciones medias del maíz, el coeficiente de variación y la DMSH se presentan en el Cuadro 4; en él se observa la diferencia estadística entre los rendimientos, doce tratamientos intercalados fueron significativamente iguales al maíz en unicultivo que rindió 5 653 kg/ha. Los mayores rendimientos correspondieron al maíz en unicultivo y a los tratamientos compuestos con 30 mil a 40 mil plantas de maíz intercalado con 70 mil a 100 mil pl/ha de frijol. La población de 20 mil pl/ha de maíz intercalado redujo considerablemente su rendimiento (Figura 2), lo mismo ocurrió cuando las demás poblaciones del maíz se intercalaron con poblaciones de 130 mil plantas de frijol, (Figura 3).

7.1.2 Densidades de población del frijol

Las medias de rendimiento del frijol, el coeficiente de variación y la DMSH se presentan en el Cuadro 4; en él se observa que todas las densidades de frijol empleadas al intercalarse con 20 mil y 30 mil pl/ha de maíz obtuvieron rendimientos estadísticos iguales al del frijol en unicultivo el cual rindió 836 kg/ha y al intercalarse con 40 mil pl/ha de maíz, los rendimientos del frijol disminuyeron significativamente (Figura 5). La población de 40 mil pl/ha de frijol intercalado obtuvo

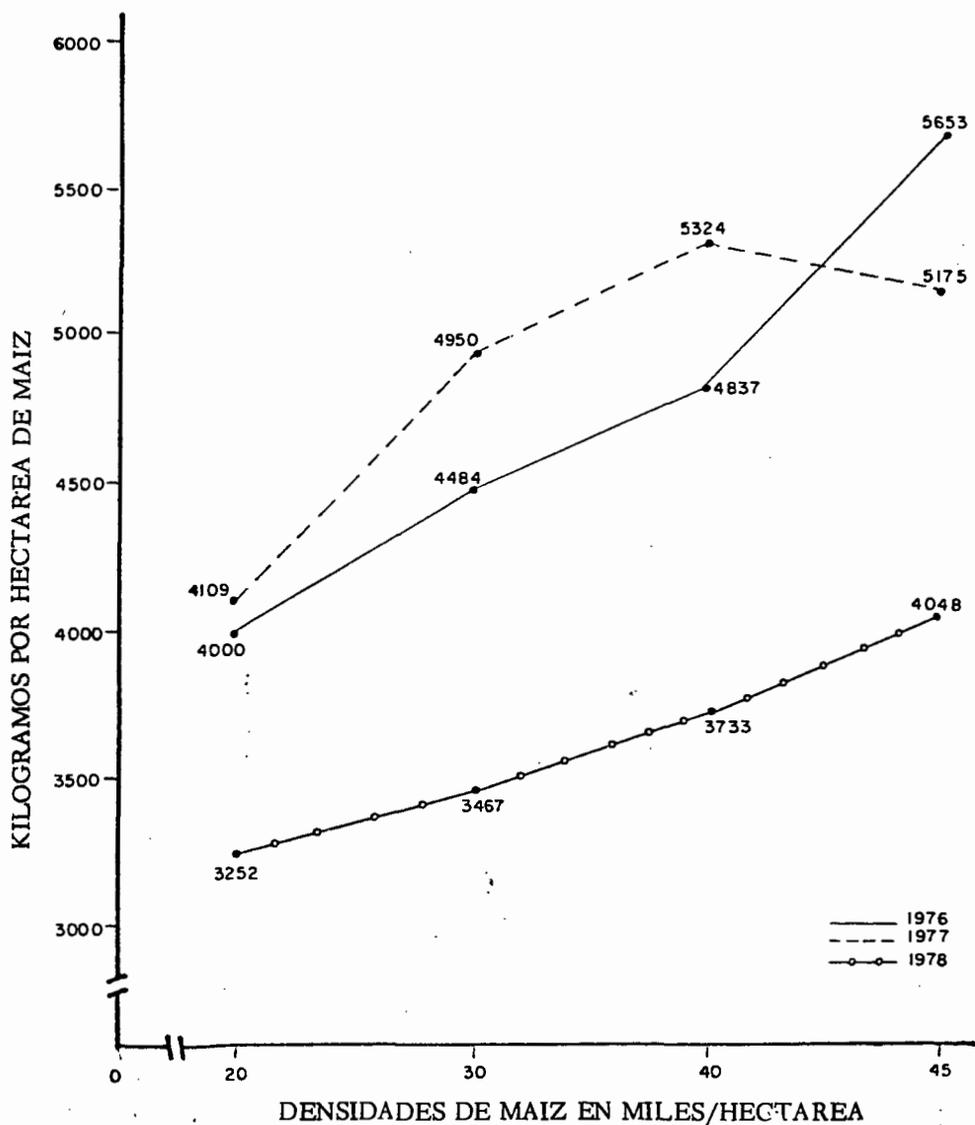
CUADRO 4. RENDIMIENTO DE MAIZ Y FRIJOL, EFICIENCIA RELATIVA DEL TERRENO Y UTILIDADES BRUTAS DE TRATAMIENTOS DE MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y EN UNICULTIVO. EXPERIMENTO REALIZADO EN VILLAFLORES, CHIAPAS. EN VERANO DE 1976.

Miles de pl/ha		Rend. en kg/ha		ERT*	Utilidades Brutas \$/ha
Maíz	Frijol	Maíz	Frijol		
20	40	3 743 a	782 a	1.60	34 251 a
20	70	4 279 a	976 a	1.92	40 404 a
20	100	3 973 a	854 a	1.72	36 723 a
20	130	4 003 a	659	1.50	33 939 a
30	40	4 560 a	739 a	1.69	38 490 a
30	70	4 791 a	754 a	1.75	40 100 a
30	100	4 636 a	699 a	1.66	38 329 a
30	130	3 947 a	829 a	1.69	36 184 a
40	40	4 968 a	534	1.52	37 809 a
40	70	5 133 a	647	1.68	40 512 a
40	100	5 009 a	615	1.62	39 285 a
40	130	4 239 a	720 a	1.61	36 264 a
45	00	5 653 a	-	1.00	33 805 a
00	175	-	836 a	1.00	12 693
C. V. %		17.0	15.0	-	13.0
DMSH		1 951	277	-	11 576
\bar{X}		4 533	741	1.57	35 628

* Eficiencia Relativa de la Tierra o Razón Superficie Equivalente.

a = Estadísticamente iguales entre sí al 5% de probabilidad.

FIGURA 2. RESPUESTA DE LAS DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION DE MAIZ INTERCALADO Y UNICULTIVO EN 3 EXPERIMENTOS REALIZADOS EN VILLAFLORES, CHIS. CICLOS DE VERANO 1976, 1977, 1978.



UNICULTIVO

FIGURA 3. RESPUESTA DEL MAIZ INTERCALADO Y UNICULTIVO ANTE DIFERENTES POBLACIONES DE FRIJOL EN TRES EXPERIMENTOS REALIZADOS EN VILLAFLORES, CHIS. VERANOS 1976-77-78.

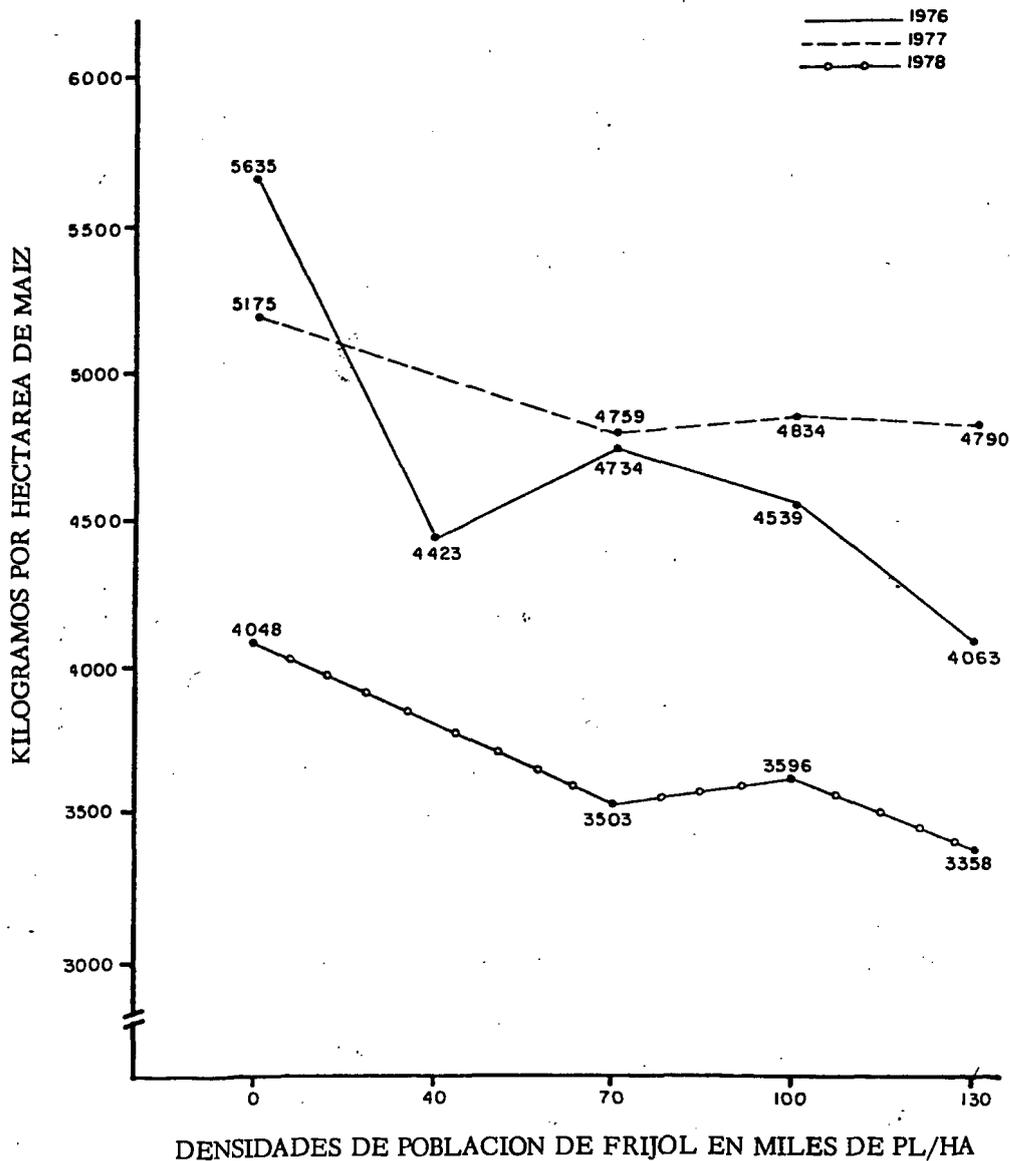
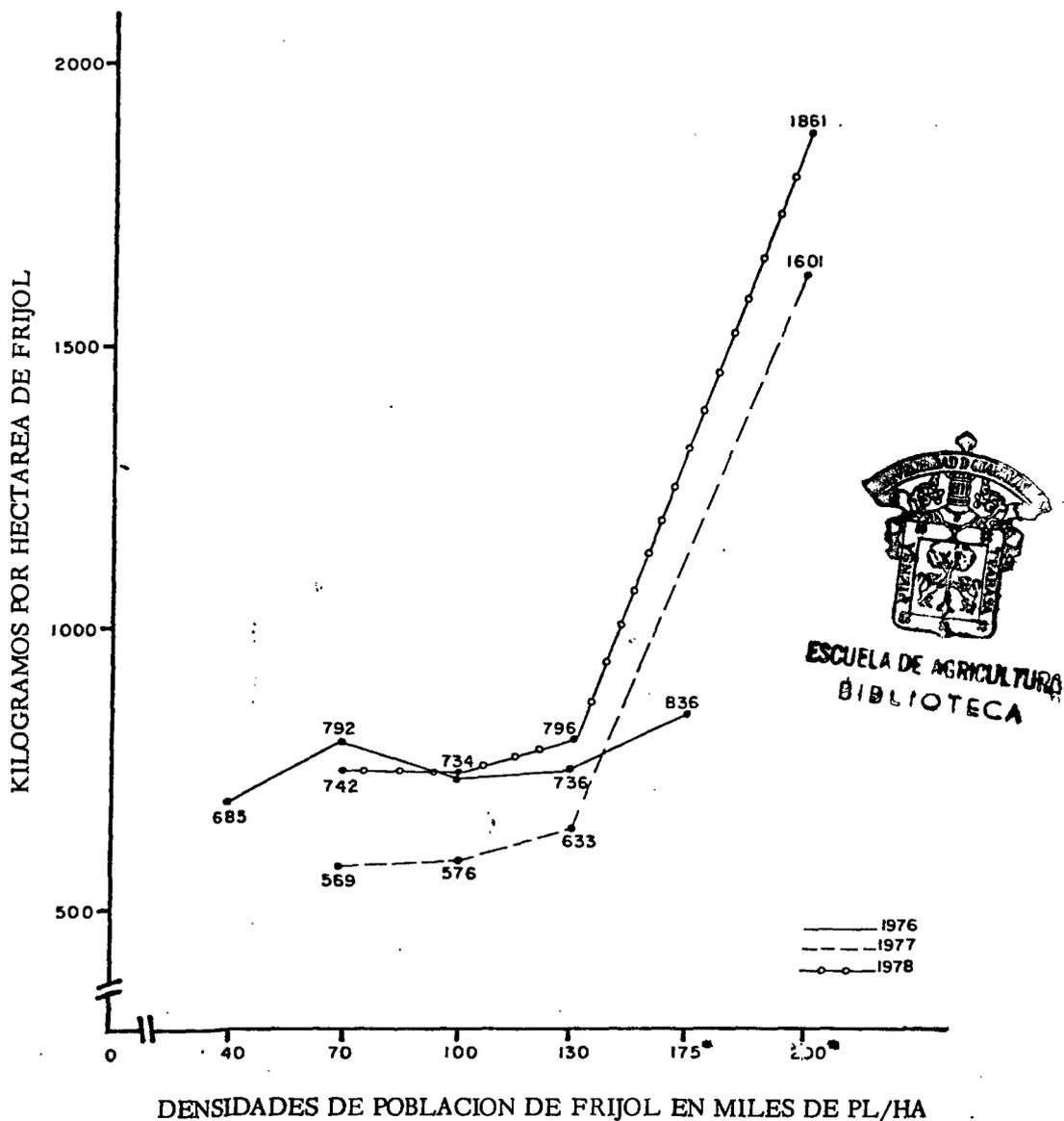
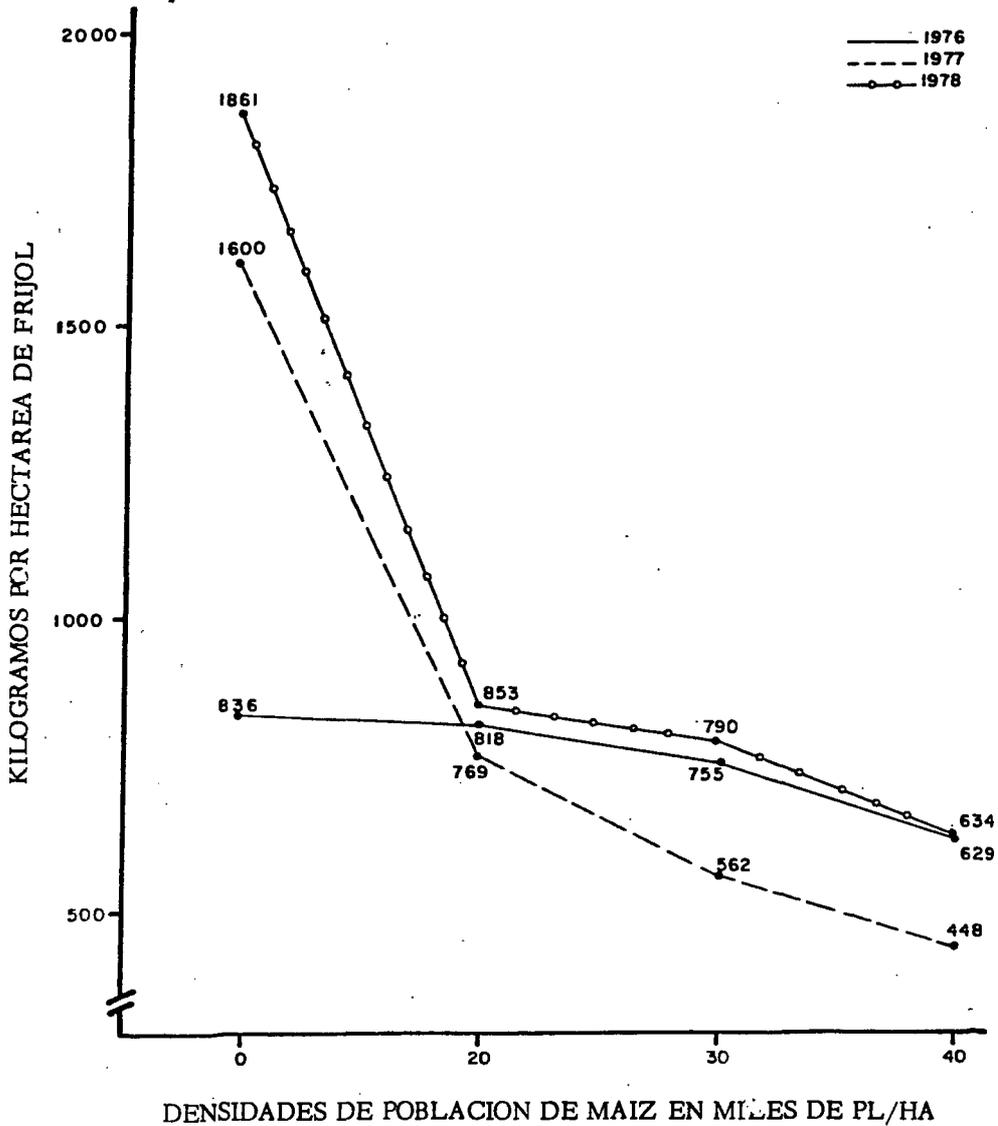


FIGURA 4. RESPUESTA DE LAS DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACION DE FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVO EN TRES EXPERIMENTOS REALIZADOS EN VILLAFLORES, CHIS. CICLOS DE VERANO 1976-77-78.



* frijol unicultivo.

FIGURA 5. RESPUESTA DEL FRIJOL INTERCALADO A DIFERENTES POBLACIONES DE MAIZ EN TRES EXPERIMENTOS EFECTUADOS DURANTE LOS VERANO 1976-77-78. VILLAFLORES, CHIS.



el menor rendimiento medio en relación a los obtenidos por las poblaciones de 70 mil, 100 mil, y 130 mil pl/ha de frijol intercalado y en relación a la población de 175 mil pl/ha de frijol en unicultivo (Figura 4).

7.1.3 Utilidades brutas en los tratamientos

Los rendimientos medios económicos, el coeficiente de variación y la DMSH se observan en el Cuadro 4. Según los resultados, todos los tratamientos intercalados fueron estadísticamente iguales al maíz en unicultivo y superiores al frijol en unicultivo que rindieron 33 805 y 12 693 \$/ha respectivamente. La mejor ganancia correspondió al tratamiento intercalado de 40 mil pl de maíz con 70 mil pl de frijol/ha con una utilidad bruta de 40 512 \$/ha.

7.1.4 Eficiencia relativa de la tierra.

Según los resultados consignados en el Cuadro 4, todos los tratamientos intercalados fueron numéricamente más eficientes que los unicultivos de maíz y de frijol obteniendo valores mayores a 1.5 y alcanzando el máximo valor al intercalar 20 mil pl de maíz con 70 mil pl de frijol/ha (1.92).

7.2 SEGUNDO EXPERIMENTO

7.2.1. Densidades de población del maíz.

Las producciones medias del maíz, el coeficiente de variación y

y la DMSH se presentan en el Cuadro 5. Los rendimientos muestran una diferencia altamente significativa, 14 tratamientos con 20 mil, 30 mil y 40 mil pl de mafz intercaladas con 70 mil a 130 mil pl/ha de frijol y fertilizadas con la fórmula 120-80-0 dieron rendimientos estadísticos iguales al del mafz en unicultivo que obtuvo 5 175 kg/ha. De nuevo la población de 20 mil pl/ha de mafz al intercalarse con las poblaciones de frijol utilizadas redujo significativamente sus rendimientos en comparación a las otras poblaciones de mafz (Figura 2). El mayor rendimiento se obtuvo al intercalar 40 mil pl/ha de mafz con 100 mil pl/ha de frijol fertilizadas con la fórmula 120-80-00.

7.2.2. Densidades de población del frijol.

Con respecto a los rendimientos, en el Cuadro 5 aparecen las medias de los tratamientos, el coeficiente de variación y la DMSH. Se observa una diferencia altamente significativa entre tratamientos; el frijol en unicultivo (200 mil pl/ha fertilizadas con la fórmula 40-40-0) obtuvo un rendimiento de 1 601 kg/ha, resultando significativamente superior a todos los tratamientos que tuvieron poblaciones de frijol de 70 mil, 100 mil y 130 mil plantas intercaladas con 20 mil, 30 mil y 40 mil plantas de mafz/ha y fertilizadas con las fórmulas 120-80-0 y 80-40-0 (Figura 4). El frijol intercalado con 30 mil y 40 mil pl/ha de mafz, disminuyó significativamente sus rendimientos en relación a la intercalación con 20 mil pl/ha de mafz (Figura 5).

CUADRO 5. RENDIMIENTO DE MAIZ Y FRIJOL, EFICIENCIA RELATIVA DEL TERRENO Y UTILIDADES BRUTAS DE TRATAMIENTOS INTERCALADOS Y EN UNICULTIVO. EXPERIMENTO REALIZADO EN VILLAFLORES, CHIS. VERANO DE 1977.

Miles de pl/ha		Fertilización		Rendimiento kg/ha		ERT *	Utilidades Brutas \$/ha
Maíz	Frijol	N	P ₂ O ₅	Maíz	Frijol		
20	70	80	40	4 401.09a	777.17	1.34	41 433 a
20	70	120	80	3 937.77	780.44	1.25	38 474 a
20	100	80	40	3 150.27	676.09	1.03	29 348
20	100	120	80	4 822.55a	792.39	1.43	44 420 a
20	130	80	40	4 235.05	853.81	1.35	41 619 a
20	130	120	80	4 108.15	734.78	1.25	38 827 a
30	70	80	40	4 673.64a	551.09	1.25	39 473 a
30	70	120	80	4 825.27a	492.66	1.24	39 495 a
30	100	80	40	4 439.14a	553.53	1.20	37 988 a
30	100	120	80	5 580.98a	575.00	1.44	45 752 a
30	130	80	40	4 998.64a	607.34	1.35	45 516 a
30	130	120	80	5 184.24a	592.12	1.37	43 470
40	70	80	40	4 585.60a	426.27	1.15	36 841 a
40	70	120	80	6 126.91a	390.22	1.43	46 265 a
40	100	80	40	4 851.90a	443.75	1.21	38 865 a
40	100	120	80	6 157.34a	416.85	1.45	46 899 a
40	130	80	40	4 847.60a	463.59	1.23	39 161 a
40	130	120	80	5 370.92a	549.19	1.38	43 973 a
45	-	80	40	5 175.00a	-	1.00	33 636 a
-	200	40	40	-	1601.00a	1.00	26 413
C. V. %				14.75	18.00	-	14.64
DMSH				1843.19	298.17	-	15 300
\bar{X}				4 814	646	1.27	39 744

* Eficiencia Relativa de la Tierra.

a = Estadísticamente iguales entre sí al 5% de probabilidad.

7.2.3. Utilidades brutas de los tratamientos

7.2.3.1 Fórmulas de fertilización.

Se encontró una alta diferencia significativa entre las fórmulas de fertilización (Cuadro 6). La fórmula 120-80-0 con una ganancia media de 43 065 \$/ha fue significativamente superior a la fórmula 80-40-0. Cuando los tratamientos intercalados se fertilizaron con la fórmula 120-80-0, obtuvieron mayores ingresos brutos en relación a los demás tratamientos intercalados y en unicultivo (Figura 6).

7.2.3.2 Interacciones de primer orden

Poblaciones de frijol por fórmulas de fertilización: los resultados correspondientes a esta interacción se presentan en el Cuadro 7. Se observa que los mejores ingresos brutos se obtuvieron al usar 100 mil plantas de frijol/ha con la fórmula 120-80-0 resultando esta interacción estadísticamente superior a las demás. Cuando las poblaciones de frijol se fertilizaron con la fórmula 120-80-0 se obtuvieron mayores utilidades brutas que cuando se fertilizaron con las fórmulas 80-40-0 y 40-40-00 (Figura 7).

En forma general las mayores utilidades brutas/ha se obtuvieron con 40 mil plantas de maíz intercaladas con 100 mil plantas de frijol/ha y fertilizadas con la fórmula 120-80-0; el maíz en unicultivo con una utilidad de 33 636 \$/ha fue estadísticamente igual al mejor tratamiento y únicamente el frijol en unicultivo con 26 413 \$/ha y un tratamiento

CUADRO 6. RENDIMIENTOS ECONOMICOS DE LAS FORMULAS DE FERTILIZACION EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO DEL CICLO VERANO. 1977. VILLAFLORES, CHIAPAS.

N	Fórmula *		Utilidades Brutas (\$/ha)
		P ₂ O ₅	
120		80	43 065 a
80		40	38 583

DMSH 5% = 5 176 \$/ha

* kg/ha de N y de P

a = Significativamente superior

CUADRO 7. RENDIMIENTOS ECONOMICOS DE LAS INTERACCIONES, POBLACIONES DE FRIJOL POR FORMULA DE FERTILIZACION EN EL EXPERIMENTO EFECTUADO EN EL CICLO DE VERANO 1977.VILLAFLORES, CHIAPAS.

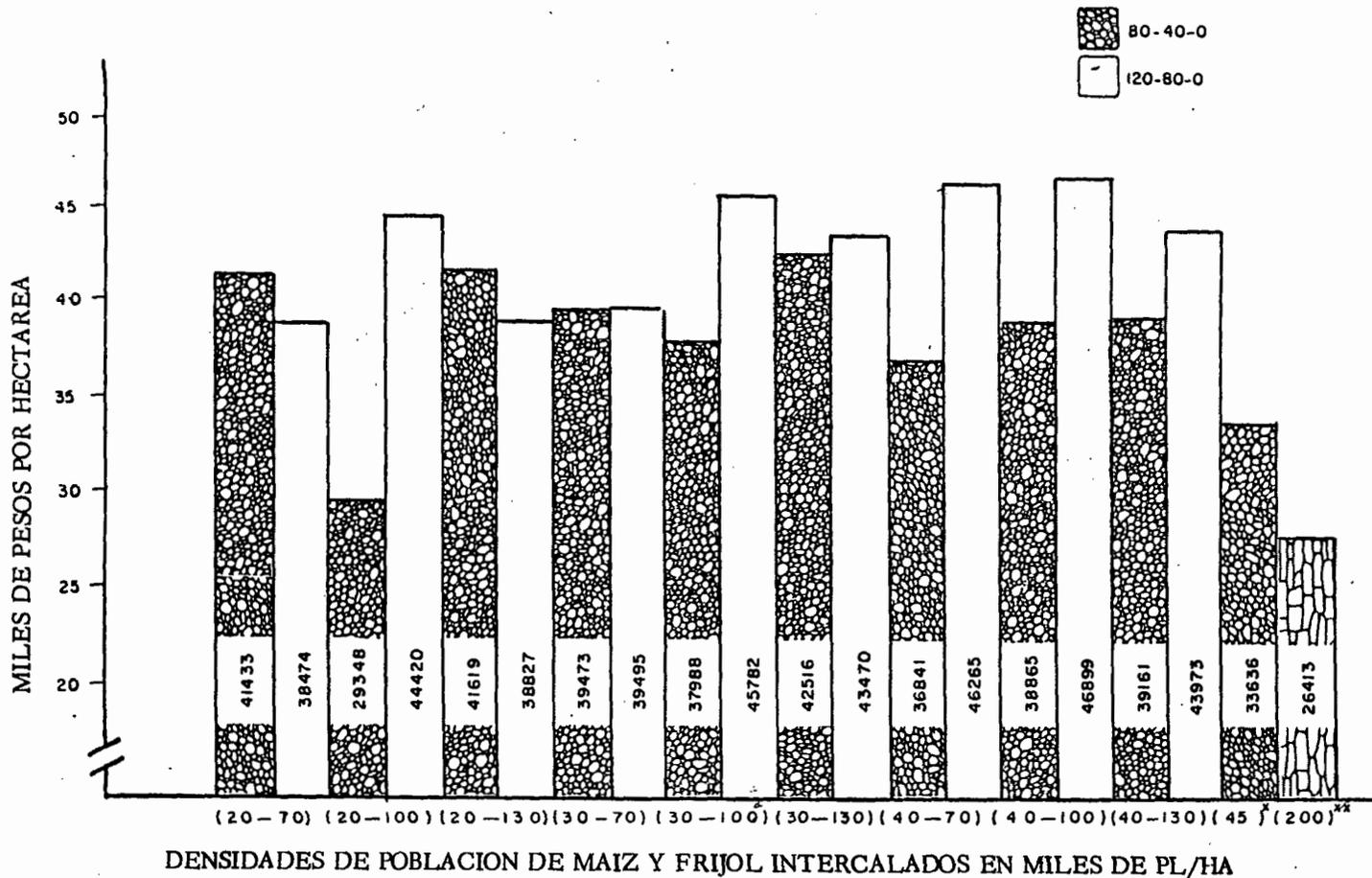
Frijol pl/ha	Fórmula *		Utilidades Brutas (\$/ha)
	N	P ₂ O ₅	
100 000	120	80	45 693 a
130 000	120	80	42 090
70 000	120	80	41 411
130 000	80	40	41 099
70 000	80	40	39 249
100 000	80	40	35 400

DMSH 5% = 1 721 \$/ha

* kg/ha de N y de P

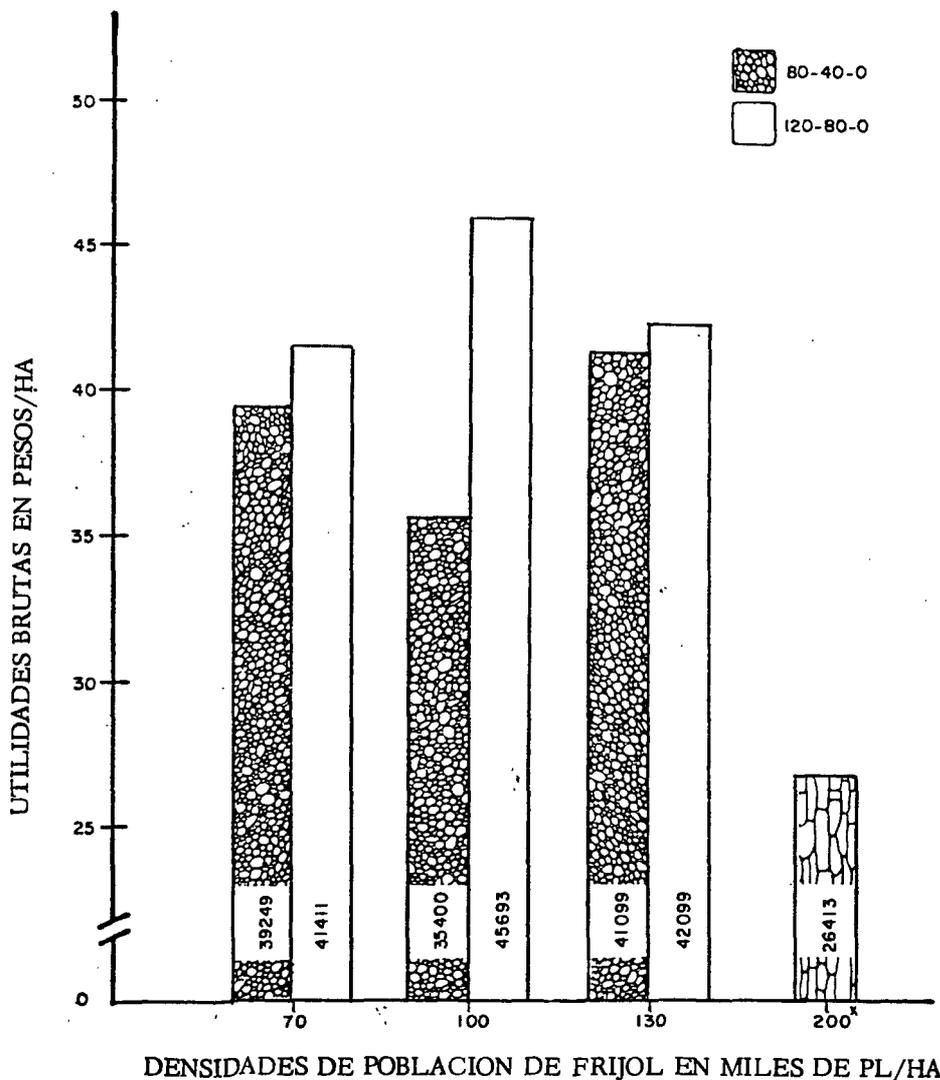
a = Significativamente superior

FIGURA 6. RESPUESTA ECONOMICA DE LOS TRATAMIENTOS INTERCALADOS DE MAIZ Y FRIJOL A LA APLICACION DE NITROGENO Y FOSFORO, EXPERIMENTO DE 1977, VILLAFLORES, CHIS.



x maíz unicultivo
 xx frijol unicultivo: 40-40-0

FIGURA 7. RESPUESTA ECONOMICA DE LAS POBLACIONES DE FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVO A LAS DOSIS DE (N) Y (P), EXPERIMENTO 1977, VILLAFLORES.



x frijol unicultivo 40-40-0

intercalado fueron significativamente inferiores a los demás tratamientos (Cuadro 5).

7.2.4. Eficiencia relativa de la tierra.

Las medias de eficiencia aparecen en el Cuadro 5; en él podemos observar que los tratamientos de maíz con el frijol superaron numéricamente a los tratamientos en unicultivo de maíz y frijol, la mayor eficiencia con 1.45 fue obtenida al utilizar 40 mil plantas de maíz intercaladas con 100 mil plantas de frijol/ha, fertilizadas con la fórmula 120-80-0 (tratamiento de mayor ingreso bruto).

7.3 TERCER EXPERIMENTO

7.3.1. Densidades de población del maíz.

El Cuadro 8 contiene las producciones medias de los tratamientos y el coeficiente de variación. No se encontró diferencia significativa entre los rendimientos del maíz, el unicultivo de maíz con 4 048 kg/ha no superó los rendimientos del maíz intercalado. Nuevamente la población de 20 mil plantas de maíz por hectárea redujo sus rendimientos, sobre todo cuando se intercaló con poblaciones de 100 mil y 130 mil plantas por hectárea de frijol (Figura 2), las poblaciones de 30 mil y 40 mil pl/ha de maíz intercalado y la de 45 mil pl/ha en unicultivo dieron mayores rendimientos. Los rendimientos de las poblaciones del maíz intercalado con poblaciones de 130 mil plantas por hectárea

de frijol fueron los menores que se obtuvieron (Figura 3). El mayor rendimiento se obtuvo al intercalar 40 mil pl/ha de maíz con 70 mil pl/ha de frijol, fertilizadas con la fórmula 120-40-0.

7.3.2. Densidades de población del frijol

Los rendimientos de los tratamientos, el coeficiente de variación y la DMSH aparecen en el Cuadro 8. En el análisis efectuado a los tratamientos de frijol, se encontró diferencia altamente significativa entre sus rendimientos, el frijol en unicultivo con rendimiento medio de 1 861 kg/ha superó significativamente al frijol intercalado en los diferentes tratamientos. Las poblaciones de frijol intercalado redujeron sus rendimientos en presencia de 30 mil y 40 mil pl/ha de maíz y los aumentaron en presencia de 20 mil pl/ha de maíz (Figura 5). Las poblaciones de 70 mil y 100 mil pl/ha de frijol intercalado obtuvieron rendimientos medios menores que los obtenidos con 130 mil pl/ha de frijol intercalado y con 200 mil pl/ha de frijol en unicultivo (Figura 4).

7.3.3 Utilidades brutas en los tratamientos

Las medias de las ganancias brutas/ha aparecen en el Cuadro 8. Al efectuar el análisis no se encontró diferencia significativa entre los factores de variación estudiados (poblaciones de maíz, de frijol y fórmulas de fertilización) además no se encontraron diferencias entre las interacciones de primero y segundo orden; la interacción de mayor valor fue la de 30 mil pl/ha de maíz intercaladas con 70 mil pl/ha

CUADRO 8. RENDIMIENTO DE MAIZ Y FRIJOL, EFICIENCIA RELATIVA DEL TERRENO Y UTILIDADES BRUTAS DE TRATAMIENTOS INTER-CALADOS Y EN UNICULTIVO. EXPERIMENTO REALIZADO EN VILLAFLORES, CHIS. EN VERANO DE 1978.

Miles de pl/ha		Fertilización		Rendimiento en kg/ha		ERT*	Utilidades Brutas \$/ha
Mafz	Frijol	N	P ₂ O ₅	Mafz	Frijol		
20	70	80	40	3 570	911	1.37	38 229
20	70	120	40	2 961	776	1.15	32 041
20	100	80	40	3 381	817	1.27	35 446
20	100	120	40	3 490	806	1.30	35 980
20	130	80	40	3 175	893	1.26	35 370
20	130	120	40	2 971	917	1.23	34 448
30	70	80	40	3 524	734	1.26	35 015
30	70	120	40	3 845	833	1.40	38 736
30	100	80	40	3 283	743	1.21	33 606
30	100	120	40	3 705	825	1.36	37 701
30	130	80	40	3 197	820	1.23	34 310
30	130	120	40	3 247	784	1.22	34 031
40	70	80	40	3 023	603	1.07	29 588
40	70	120	40	4 099	594	1.33	36 437
40	100	80	40	3 848	622	1.28	35 269
40	100	120	40	3 871	588	1.27	34 857
40	130	80	40	3 858	715	1.34	36 879
40	130	120	40	3 698	680	1.28	35 254
45	--	80	40	4 048	--	1.0	26 309
--	200	40	40	--	1 861 a	1.0	30 707
C. V. %				13.10	15.19	--	10.27
DMSH					322	--	--
\bar{X}				3 515	817	1.24	34 511

* Eficiencia Relativa de la tierra.

a = Estadísticamente iguales entre sí al 5% de probabilidad

de frijol y fertilizadas con la fórmula 120-40-0 obteniendo una utilidad bruta de 38 736 \$/ha. Los unicultivos de maíz y de frijol tuvieron menores valores que los obtenidos por los tratamientos intercalados de maíz-frijol.

7.3.4 Eficiencia relativa de la tierra

Según los resultados que aparecen en el Cuadro 8, la mayor eficiencia relativa de la tierra con un valor de 1.4 correspondió al tratamiento compuesto por 30 mil pl/ha de maíz intercaladas con 70 mil pl/ha de frijol y fertilizadas con la fórmula 120-40-0 (tratamientos con mayores ingresos brutos). De nuevo los tratamientos intercalados fueron más eficientes que los unicultivos de maíz y de frijol.

VIII. DISCUSION GENERAL

8.1 Sobre densidades de población del maíz.

Al intercalar poblaciones de 30 mil y 40 mil pl/ha de maíz, principalmente con 70 mil a 100 mil pl/ha de frijol fertilizadas con 80 a 120 kg/ha de N y 40 a 80 kg/ha de P, los rendimientos en kg/ha se igualaron estadísticamente con los del monocultivo. Sin embargo, el maíz intercalado redujo considerablemente sus rendimientos cuando sus poblaciones se intercalaron a 130 mil pl/ha de frijol; esta baja fue más notoria en la densidad de 120 mil pl/ha (Figura 2 y 3). Lo anterior pudo deberse posiblemente a que no hubo una competencia determinante del frijol hacia el maíz, sobre todo cuando se usaron las mayores densidades del maíz con las menores densidades de población del frijol. Ahora bien, conforme se incrementó la densidad de población del maíz intercalado también se incrementó el rendimiento del mismo, lo cual nos indica una respuesta positiva del maíz intercalado al aumento de su densidad y en consecuencia, esto permite al maíz competir con el frijol por diferentes factores pero principalmente por el de la luz; por el contrario, si el maíz reduce su densidad se disminuyen sus rendimientos y se pone en desventaja ante el frijol por los diferentes factores.

Los resultados tienen semejanza con los obtenidos por Prager (1977) y Francis y Prager (1977) quienes no observaron disminución en el rendimiento del maíz por efecto del frijol asociado, y concuerdan

con los resultados de Lépiz (1971), Solantai et al citados por Moreno (1972), Moreno (1972), Pantoja et al (1975), Beracoechea (1977) y Campos (1980) quienes observaron una reducción en el rendimiento del maíz al aumentar las poblaciones del frijol asociado y/o intercalado y un aumento cuando se incrementó su densidad de población.

8.2 Sobre las densidades de población del frijol.

En el segundo experimento se obtuvieron menores rendimientos de frijol intercalado (Figura 4). Podemos observar que el unicultivo superó significativamente los rendimientos del frijol intercalado excepto en el primer experimento, en donde todas las densidades de frijol intercaladas con 20 mil a 30 mil pl/ha de maíz fueron estadísticamente iguales (Cuadro 5), sin embargo, el rendimiento del unicultivo en ese experimento fue bajo comparado con los obtenidos por el unicultivo en los otros dos experimentos.

El frijol incrementó sus rendimientos al intercalarse con las menores densidades del maíz y los redujo ante las mayores densidades (Figura 5), así mismo, los rendimientos del frijol se incrementaron al aumentar sus propias densidades de población y se redujeron al disminuir éstas. Lo anterior pudo deberse, probablemente, a la competencia que el maíz ejerció sobre el frijol, principalmente por luz, provocando que el frijol disminuyera sus rendimientos ante las mayores densidades del maíz por efecto de sombreo.

Los resultados tienen similitud con los obtenidos por Romero (1964), Solantai et al citados por Moreno (1972), Pantoja et al (1975), Solórzano (1977) y Tejada et al (1979) quienes obtuvieron menores rendimientos de frijol asociado y/o intercalado, que en unicultivo. En virtud de que el frijol intercalado aumentó sus rendimientos conforme aumentó sus propias densidades de población, se puede pensar en que existe una respuesta positiva del frijol al aumento de su densidad; aunque en este estudio no se igualaron los rendimientos del frijol en unicultivo, es probable que al emplear mayores densidades de frijol intercalado se logren obtener rendimientos similares a los del unicultivo. Resultados similares a los obtenidos en este estudio fueron señalados por Lépiz (1971), Solantai et al citados por Moreno (1972), Moreno (1972), Pantoja et al (1975) entre otros, quienes encontraron una reducción en el rendimiento del frijol al aumentar las poblaciones del maíz y un aumento al incrementarse su propia densidad.

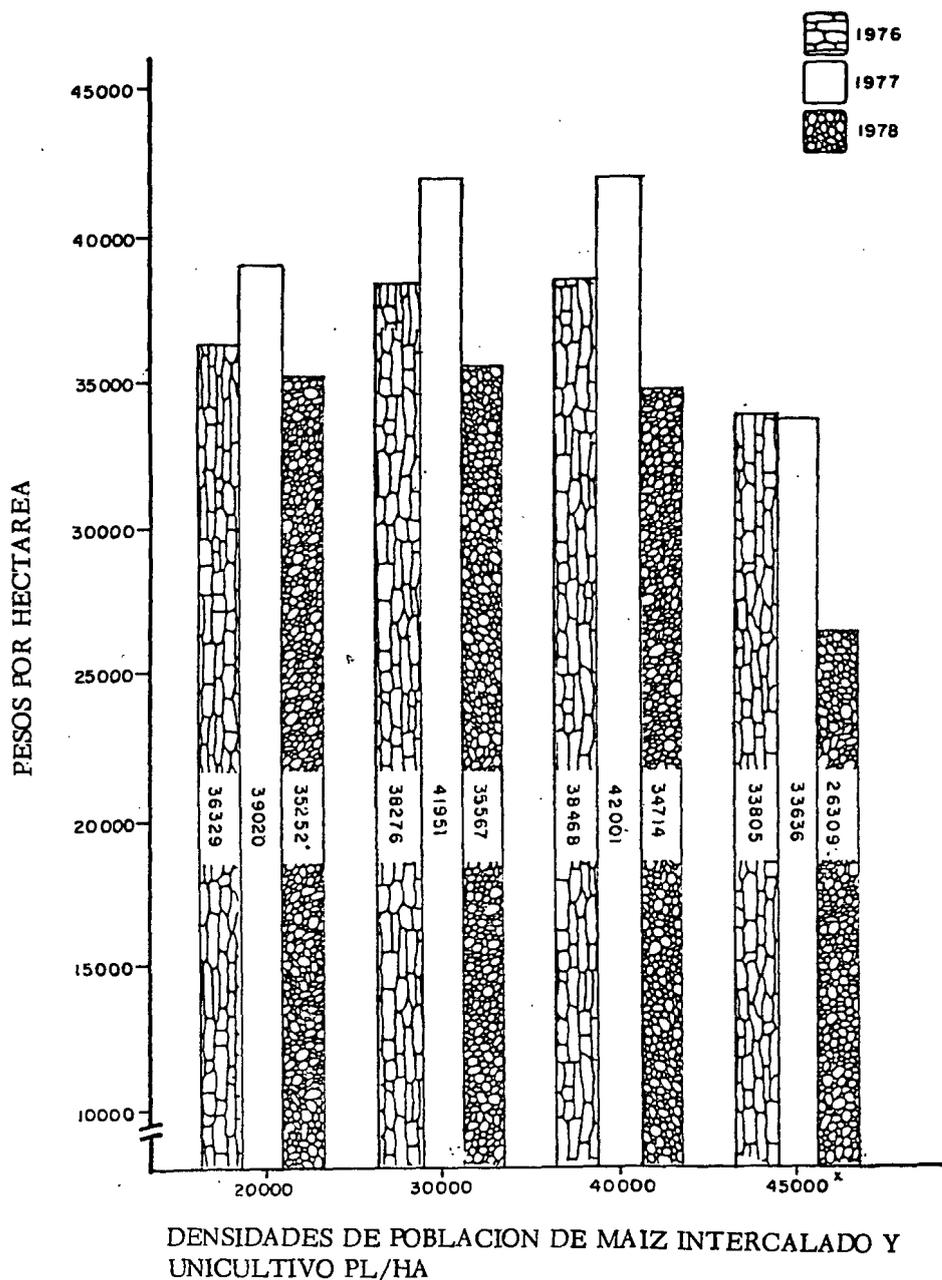
8.3 Sobre las ganancias económicas de los tratamientos.

Se observó en dos experimentos una superioridad estadística de los tratamientos intercalados de maíz-frijol en comparación al unicultivo (Cuadros 4 y 5); en el tercer experimento las ganancias de los tratamientos intercalados fueron significativamente iguales al unicultivo de frijol debido básicamente a una disminución en los rendimientos del maíz intercalado, lo cual influyó notoriamente en la obtención de menores ganancias (Figura 8 y Cuadro 8). Por el contrario el maíz en unicultivo no superó estadísticamente las utilidades brutas obtenidas por

el maíz-frijol intercalado, especialmente cuando se intercalaron de 30 a 40 mil pl/ha de maíz con 70 mil pl/ha de frijol fertilizadas con la fórmula 120-80-00. Lo anterior nos señala que se puede producir maíz y frijol en forma intercalada sin afectar las utilidades brutas en comparación a los monocultivos de maíz y de frijol debido básicamente a que la intercalación maíz-frijol es económicamente más eficiente que el monocultivo de frijol y similar al monocultivo de maíz. En parte, esto concuerda con los resultados obtenidos por Lépiz (1971 y 1974), Moreno (1972), Platero (1975), Lépiz (1978) y otros más, quienes señalaron que los monocultivos asociados e intercalados de maíz-frijol son económicamente más eficientes que sus monocultivos, tornándose en una gran ventaja para los agricultores de escasos recursos. Así también, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Moreno (1972), Ruiz et al citados por Lépiz (1974), Lépiz (1974), Pantoja (1975) y otros más, en el sentido de que: se obtienen mayores rendimientos e ingresos económicos al emplear : de 30 mil a 40 mil pl/ha de maíz asociadas y/o intercaladas con 60 mil a 90 mil pl/ha de frijol de semiguía, fertilizadas con 90 a 150 kg/ha de N más 30 a 80 kg de P por hectárea.

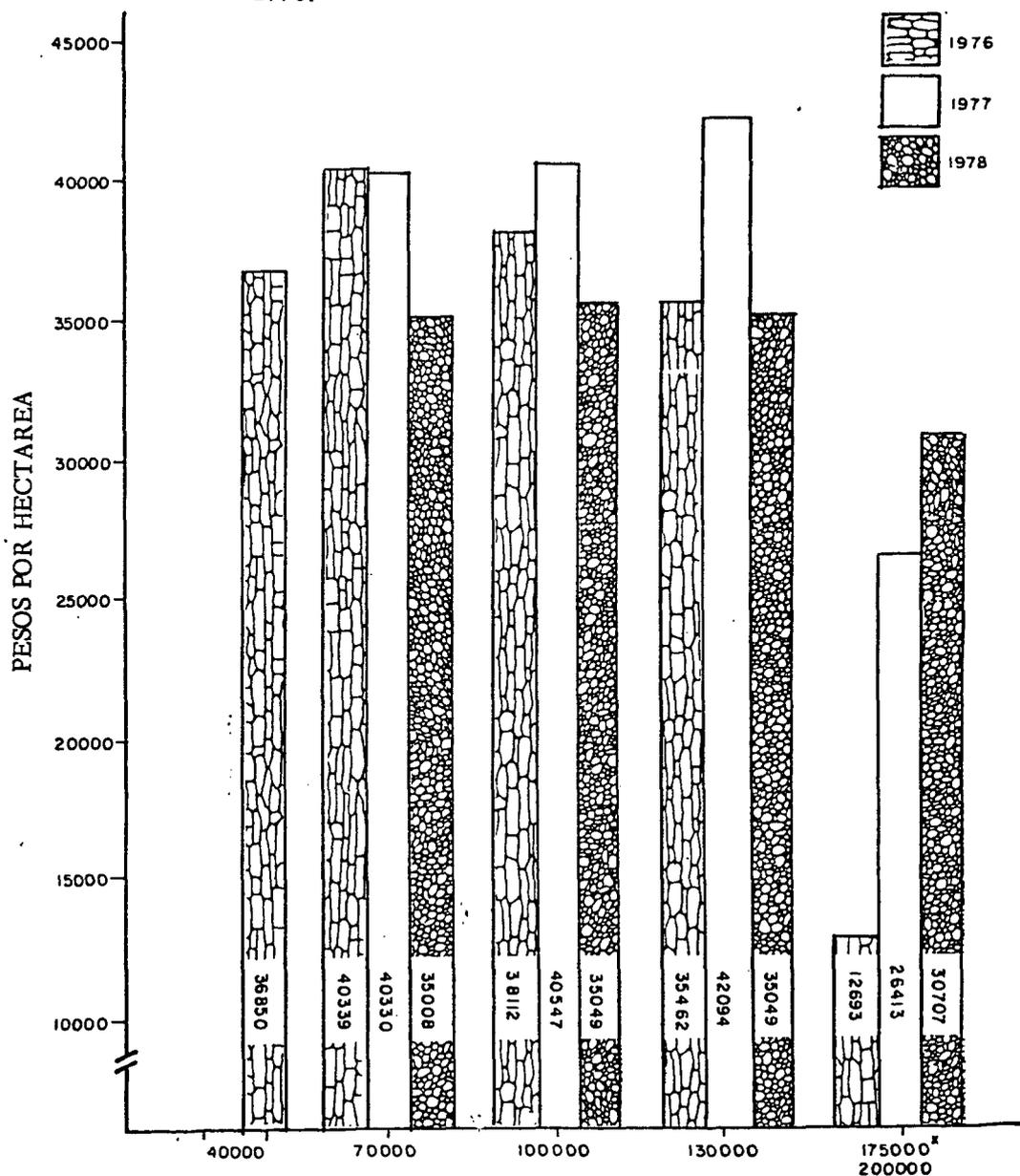
En cuanto a la respuesta económica del maíz-frijol intercalado a las fórmulas de fertilización, encontrada en el segundo experimento, ésta pudo deberse tal vez, a una competencia por nutrientes entre las dos especies involucradas, debido a que el frijol no fijó en forma natural el suficiente nitrógeno para sus necesidades y en consecuencia la respuesta fue positiva a la fórmula más alta (120-80-00). Esta ten-

FIGURA 8. UTILIDADES BRUTAS OBTENIDAS POR LAS POBLACIONES DE MAIZ INTERCALADO Y UNICULTIVO EN 3 EXPERIMENTOS, EFECTUADOS EN VILLAFLORES, CHIS. VERANOS 1976, 1977, 1978.



x: unicultivo

FIGURA 9. UTILIDADES BRUTAS OBTENIDAS POR LAS POBLACIONES DE FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVO EN 3 EXPERIMENTOS EFECTUADOS EN VILLAFLORES. CHIS, VERANOS 1976, 1977, 1978.



DENSIDADES DE POBLACION DE FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVO PL/ha.

X- UNICULTIVO

dencia se apreció en los tres experimentos, aunque solamente en el segundo fue significativa. El frijol que supuestamente es la especie que menos requerimientos de N tiene, respondió económicamente a las aplicaciones de este elemento y del P en la fórmula con mayores dosis por hectárea (120-80-00), ver Cuadro 7 y Figura 7. Los anteriores resultados tienen similitud a los obtenidos por Moreno (1972), Gukova y Bosomolova citados por Moreno *et al* (1973), Ruiz *et al* citados por Lepiz (1974), Del Valle (1975), Pantoja *et al* (1975), Berecohecha (1977), Esquivel (1978) y Campos (1980) quienes mencionaron que el maíz-frijol asociado e intercalado incrementó sus rendimientos físicos y económicos cuando se le fertilizó con dosis altas de nitrógeno y fósforo debido a que existe una competencia interespecífica en el cultivo.

8.4 Sobre la eficiencia relativa de la tierra.

De acuerdo con los resultados consignados en los Cuadros (4, 5 y 8), los tratamientos intercalados hicieron un mejor uso eficiente de la tierra (en ingresos físicos) comparados con los unicultivos de maíz y de frijol. Los máximos valores de ERT se relacionaron a su vez con los mejores ingresos brutos, así por ejemplo en el primer experimento el tratamiento intercalado de 20 mil plantas de maíz más 70 mil plantas de frijol por hectárea tuvo una eficiencia 90% mayor a la de los unicultivos; en el segundo y tercer experimento, los tratamientos de 40 mil plantas de maíz más 100 mil plantas de frijol fertilizadas con

120-80- kg de Nitrógeno y Fósforo y el de 30 mil plantas de maíz más 70 mil plantas de frijol fertilizadas con 120-40 kg de N y P por hectárea fueron 45% y 40% mejores que los monocultivos, respectivamente. Esto demuestra que el maíz intercalado es económica y agronómicamente más eficiente que los monocultivos, principalmente cuando se combinan las mejores densidades de población de maíz y frijol y se les proporciona la cantidad de nutrientes necesarios. Estos resultados corroboran lo señalado por Claure y Mancilla (1976), Francis et al (1976 y 1977), Lépiz (1978) y Santa Cecilia y Vieira (1978) quienes concluyeron que: de acuerdo al parámetro "Eficiencia Relativa de la Tierra" o "Razón de Superficie Equivalente", la asociación e intercalación de maíz-frijol es superior a los monocultivos debido a que se hace un uso más eficiente de los recursos del agricultor.

IX. CONCLUSIONES

En virtud de los resultados obtenidos y la discusión de estos, podemos concluir lo siguiente:

1) Al utilizar poblaciones de 30 mil a 40 mil pl/ha de maíz H-507 intercalado con poblaciones de 70 mil a 100 mil pl/ha de frijol Jamapa, se obtienen rendimientos en kg/ha similares a los obtenidos por el maíz en unicultivo.

2) El maíz H-507 reduce sus rendimientos en kg/ha con su menor densidad de población (20 mil pl/ha), intercaladas con 130 mil pl/ha de frijol Jamapa.

3) El maíz H-507 intercalado al frijol Jamapa reduce sus rendimientos en kg/ha al disminuir su propia densidad de población.

4) El frijol Jamapa obtiene mejores rendimientos cuando se intercala en densidades de población de 70 mil a 130 mil pl/ha con 20 mil pl/ha de maíz H-507, principalmente.

5) El frijol Jamapa en unicultivo obtiene mayores rendimientos en kg/ha que cuando es intercalado con maíz H-507.

6) El frijol Jamapa intercalado aumenta su rendimiento cuando se intercala con bajas poblaciones de maíz H-507 y lo reduce cuando se intercala a altas densidades de población del maíz H-507.

7) El maíz H-507 y el frijol Jamapa intercalados producen mayores utilidades brutas (\$/ha) en comparación a los unicultivos de esas dos especies, siendo los mejores tratamientos con 30 mil a 40 mil plantas de maíz intercaladas con 70 mil a 100 mil plantas de frijol por hectárea.

8) El maíz H-507, y el frijol Jamapa intercalados producen mayores rendimientos agronómicos y económicos cuando se fertilizan con dosis de 120 kg/ha de N más 80 kg/ha de P.

9) Todos los tratamientos con maíz H-507 intercalado con frijol Jamapa obtuvieron una mayor "Eficiencia Relativa de la Tierra" o "Razón de Superficie Equivalente" que los unicultivos, siendo el mejor tratamiento el de 40 mil plantas de maíz con 100 mil plantas de frijol por hectárea fertilizadas con dosis de 120 kg/ha de N y 80 kg/ha de P.

X. RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objeto de evaluar el intercalado de maíz con frijol común (sobre el mismo surco) en la zona de la Fraylesca, Chiapas para así determinar los tratamientos intercalados que proporcionen los mejores rendimientos (kg/ha), las mayores utilidades brutas (\$/ha) y la mayor "Eficiencia Relativa de la Tierra" o "Razón de Superficie Equivalente" por hectárea; además de indicar la fórmula de fertilización más adecuada al cultivo intercalado. Se hicieron tres experimentos durante los veranos de 1976, 1977 y 1978 utilizando diferentes densidades de población de maíz H-507 y de frijol Jamapa en forma intercalada y como unicultivos, fertilizadas con diferentes dosis de nitrógeno (N) y Fósforo (P) por hectárea.

El diseño experimental fue un factorial distribuido en bloques al azar con 4 repeticiones. El primer experimento constó de dos factores (densidades de población de maíz y densidades de población de frijol), el segundo y el tercer experimento constaron de tres factores (densidad de maíz, densidad frijol y fórmulas de fertilización); las parcelas experimentales fueron de cuatro surcos de 6 m de largo separados a 0.92 m y se tomó una parcela útil de 9.20 m² de los dos surcos centrales; en el caso del frijol unicultivo las parcelas fueron de cinco surcos de 6 m de largo separados a 0.61 m y parcela útil de 9.20 m². Se tomaron datos, se fertilizaron, se mantuvieron libres de maleza y se controlaron plagas en los tres experimentos del estudio.

De los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

a) con poblaciones de 30 mil a 40 mil pl/ha de maíz intercaladas con poblaciones de 70 mil a 100 mil pl/ha de frijol se obtienen rendimientos similares a los obtenidos por el maíz en unicultivo, b) el maíz reduce sus rendimientos en kg/ha con su menor densidad de población (20 mil pl/ha), c) el maíz intercalado reduce sus rendimiento en kg/ha al reducir su propia densidad de población y los incrementa al aumentarla, d) el frijol intercalado obtiene mayores rendimientos cuando se intercala en densidades de población de 70 mil a 130 mil pl/ha con 20 mil pl/ha de maíz, e) el frijol en unicultivo obtiene mayores rendimientos en kg/ha comparado con el frijol intercalado, f) el frijol intercalado aumenta su rendimiento cuando se intercala con bajas poblaciones de maíz y lo reduce cuando se intercala con altas densidades de maíz, g) el intercalado de maíz-frijol obtiene mayores utilidades brutas (\$/ha) comparado con las utilidades de los unicultivos, siendo los mejores tratamientos los que poseen de 30 mil a 40 mil pl/ha de maíz intercaladas con 70 mil a 100 mil pl/ha de frijol, h) el maíz-frijol intercalado produce mayores rendimientos agronómicos y económicos cuando se fertiliza con dosis de 120 kg/ha de N más 80 kg/ha de P, i) todos los tratamientos intercalados poseen una mayor "Eficiencia Relativa de la Tierra" o "Razón de superficie Equivalente" que los unicultivos, siendo el tratamiento más eficiente el de 40 mil plantas de maíz con 100 mil plantas de frijol fertilizadas con una dosis de 120 kg de N más 80 kg de P por hectárea.

XI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 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 Chapingo, México. Méx. Colegio de Postgraduados.
- Altieri, M. A., Doll, J. y Schoonhoven, A. Van 1977. Interacciones entre insectos y maleza en mono y policultivos de maíz y frijol. Revista Comalfi 4(4): 171-208.
- Beracoechea, Hernández, M. 1977. Análisis económico en asociaciones maíz-frijol para diferentes regiones del estado de Puebla. Tesis Profesional. U. de G., Guadalajara, Jalisco. México. 83 p.
- Campos Escudero, A. E. 1980. Efecto de la fertilización y densidades de población en el rendimiento de la asociación maíz-frijol en los "Altos de Jalisco". Tesis prof. Chapingo, México. 144 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 1976. Beans and maize: important examples for multiple cropping. Series AS-1, pp1-3.

- 1978. Informe anual del programa de frijol 1977. 94 p.
- 1979. Informe anual del programa de frijol 1978. 81 p.
- 1980. Informe anual del programa de frijol 1979. 115 p.
- Claure, T. y Mansilla, E. 1976. Análisis de cultivos asociados de maíz y frijol en siembras simultáneas. In: Reunión de maestros de la Zona Andina, 7a., Guayaquil, Ecuador. Memorias. Quito, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Dalrymple, D.F. 1971. Survey of multiple cropping in less developed nations. Washington, United States, Department of Agriculture: F E D S. 108 p.
- Desir, S. 1975. Producción de maíz y frijol común asociado según hábito de crecimiento y población de plantas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Universidad de Costa Rica.
- y Pinchinat, A.M. 1976. Producción Agronómica y económica de maíz y frijol común asociados, según tipo y población de plantas. Turrialba 26(3): 237-240.
- Esquivel Alvarez, 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 prof. ENA, Chapingo, México. México 136 p.

——— 1978. "Respuesta de la asociación maíz-frijol a ocho factores de la producción en las zonas I y II del Plan Puebla". Tesis de Maestría en Ciencias, C.P., Chapingo, México. México. 296 p.

Francis, C. A., Flor, C. A. y Temple, S. R. 1975 Adapting Varieties for Intercropping Systems in the Tropics. Multiple Cropping. ASA, Special Publication Number 27.

——— y Prager, M. 1976. Contrastes Agronómicos entre el monocultivo de maíz y la asociación maíz-frijol. VII Reunión de Maiceros en la zona Andina, Guayaquil, Ecuador, 18-22 Octubre, 1976. 27 p.

——— y Prager, M. 1977. Potenciales de la asociación frijol-maíz en el Trópico. Mimeografiado.

Francis, C. A. y Prager, M. 1977. Factores Agronómicos de la asociación frijol/maíz. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México.

García, M. Susana. 1979. Principios básicos de la asociación de cultivos. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 13 p.

- Gutiérrez, U., Infante, M. y Pinchinat, A. 1975. Situación del cultivo de frijol en América Latina. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Boletín Informe.
- Hernández X, Efraim y Ramos R., Alberto. 1977. Metodología para el estudio de Agrosistemas con Persistencia de Tecnología Agrícola Tradicional. Agrosistema de México. Primera edición. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. México 549 p.
- , Martínez A. y Miguel A. 1979. Etnobotánica. Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Rama de Botánica, Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. México. pág. 116.
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. 1969. Reunión Técnica sobre Programación de Investigación y Extensión en frijol y otras leguminosas de grano para América Central. IICA publ. ZN. 112-65. 2v.
- Lépiz I, Rogelio. 1971. Asociación de cultivos maíz-frijol. SAG, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Agricultura Técnica en México, Vol. III, No. 3. Julio de 1971. Pag. 98-101. México.
- 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto Técnico No. 58. Dic. de 1974, México.

- 1978. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en Ciencias, Especialidad Genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. México.
- Loma, J. L. de la. 1966. Experimentación agrícola, segunda edición. Editorial UTEHA. México, D. F. 493 p.
- Mark, E. E. (editor). 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Miranda Faustino 1976. La Vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- Montes Rivera, R. 1979. Incidencia de enfermedades en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sembrado solo y asociado con maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. C. P., Chapingo, México. Méx. 84 p.
- Morales Leopoldo y Doll, J. 1975. Competencia de malezas en la asociación maíz-frijol. Revista; publicación científica del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Separata, Volumen X, No. 3. Septiembre, División de comunicación rural, Bogotá, D. E. Colombia.
- Moreno Romero, Oscar. 1972. La asociación de maíz y frijol un uso alternativo de la tierra. Tesis M. C. Chapingo, México. 80 p.

- , Turrent F., Antonio y Núñez E., Roberto. 1973. Las asociaciones de maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores del Plan Puebla. Rama de Suelos, Agrociencia, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Méx. Sobretiro del facículo No. 14;103-117.
- Ocozocoautla, Chiapas. México. Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas. 1980. Marco de Referencia Regional de Maíz, de Frijol, y de Arroz del CAECECH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, CIAPAS. 127 p.
- Pantoja L., Carlos, Turrent F., Antonio y Loras S., A. 1975. Primera aproximación a las prácticas de Fertilización y densidad de población de las asociaciones maíz-frijol en el área de influencia del Plan Puebla (México). Revista (ICA). Bogotá, Colombia. V.X. 3 p.p. 259-306. Septiembre. C. K. ISSN 0018-894.
- Pérez Trujillo, H. 1975. Comparación de rendimientos económicos en asociación maíz-frijol. Tesis prof. U.de G., Guadalajara, Jal. México.
- Platero H.O. 1975. Análisis de rendimientos de granos y económico de las asociaciones maíz-frijol en la región del Valle de México. Agrociencia No. 27; 135-151.

- Prager, M. 1977. Factores Agronómicos en la producción frijol-maíz. Información de resultados de Investigación. CIAT-Palmira, Colombia. 17 p.
- Rivera Nuño, J. de J. 1976. Ensayo de asociación maíz-frijol en la zona temporalera del Llano, Aguascalientes. Tesis prof. U. de G. Guadalajara, Jalisco, México.
- Romero, R. F. 1964. Observaciones preliminares de rendimiento e incidencia de plagas en maíz y frijol asociados en Chapingo, Méx. Tesis profesional. ENA. Chapingo, México. México.
- Sánchez Domínguez, S. 1977. Estudios de rentabilidad económica de la asociación maíz-frijol en la zona de influencia de Chapingo. Tesis prof. ENA Chapingo, Méx. 63 p.
- Sánchez P., Santiago. 1977. El frijol asociado con maíz y su respuesta a la conchuela (*Epilachna varivestis*, muls) y al picudo de ejote (*Apion* spp). Tesis de Maestro en Ciencias, especialidad Genética. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México. México.
- Santa-Cecilia, F.C. y Vieira, C. 1978. Associated cropping of beans and maize. I. Effects of bean cultivars with different growth habits. Turrialba 28 (1): 19-23.

- Solórzano Vega, E. 1977. "Estudio del cultivo asociación maíz-frijol bajo condiciones de temporal en el Llano, Ags.". Tesis prof. ENA, Chapingo, Mexico. México. 61 p.
- Tejada, G., Davis, J. y García, S. 1979. Factores Agronómicos en la asociación maíz-frijol. Tópico presentado en el IV curso intensivo de adiestramiento en investigación para producción de frijol, CIAT-1979. Palmira, Colombia.
- Toalá, A.O. 1976. Influencia del microclima sobre el comportamiento fisiológico y rendimiento de frijol común y de costa asociados con maíz, yuca y plátano. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Universidad de Costa Rica-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 135 p.
- Turrent Fernández, A. 1979. El sistema Agrícola un marco de referencia necesario para la planeación de la investigación agrícola en México. Rama de suelos del C. P., Coordinación Nacional de Investigación Aplicada, documento de circulación interna.
- Thung, M. 1977. Antecedentes fisiológicos y agronómicos para cultivar la Yuca y el Frijol en Asociación. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 13 p.

- Valle Barrera, R. del. 1975. "Efecto de la fertilización con N, P, K, en el sistema maíz-frijol asociado, bajo condiciones del Valle de Monjas, Guatemala". Enero 1975. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Vidal Martínez, V. A. 1980. La asociación e intercalado de maíz-frijol una alternativa de producción en la región costera del estado de Nayarit. Tepic, Nay. México 77 p.
- Wiley, R. W. y Osiru, D. S. O. 1979. Studies on mixture of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) With particular reference to plant population. *Journal of Agricultural Science* 79:517-529.

CUADRO 9. TRATAMIENTOS DE MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVOS. CON ALGUNAS CARACTERISTICAS CUANTIFICADAS EN EL EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES, CHIAPAS. VERANO 1978.

Tratamiento		Frijol			Maíz	
Maíz	Frijol	Pl/P.U.	Vainas/pl	Granos/ Vaina	Plantas por	Mazorcas P.U.
20	40 *	33	26	5	18	28
20	70	54	15	5	18	24
20	100	44	14	5	22	32
20	130	30	24	6	20	29
30	40	34	24	6	22	30
30	70	24	22	6	28	37
30	100	50	25	5	25	28
30	130	80	16	6	27	29
40	40	62	17	6	34	35
40	70	55	18	6	35	37
40	100	68	14	5	32	36
40	130	85	14	6	38	37
45	00	-	-	-	38	40
00	175	180	13	5	-	-

* Miles de plantas de Maíz y Frijol por hectárea.

CUADRO 10. TRATAMIENTOS DE MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVOS, CON ALGUNAS CARACTERISTICAS CUANTIFICADAS EN EL EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES, CHIS. VERANO 1977.

Tratamiento				Frijol			Maíz	
Maíz	Frijol*	N	P**	Pantas/ P.U.	Vainas/ Planta	Granos/ Vaina	Plantas por	Mazorcas P.U.
20	70	80	40	64	12	6	19	27
20	70	120	80	67	12	6	19	29
20	100	80	40	73	12	6	17	26
20	100	120	80	72	12	6	20	15
20	130	80	40	111	11	6	20	29
20	130	120	80	104	11	6	20	28
30	70	80	40	62	12	6	25	14
30	70	120	80	69	11	6	27	26
30	100	80	40	79	8	6	27	23
30	100	120	80	79	8	6	28	33
30	130	80	40	102	8	6	28	28
30	130	120	80	91	9	6	26	31
40	70	80	40	59	9	6	33	26
40	70	120	80	63	8	6	37	33
40	100	80	40	75	9	6	32	14
40	100	120	80	81	9	6	35	34
40	130	80	40	103	7	6	35	16
40	130	120	80	99	8	6	35	29
45	00	80	40	-	-	-	38	38
00	200	40	40	198	11	6	-	-

* Miles de plantas de maíz y frijol por hectárea
P.U. Parcela útil

** Kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo

CUADRO 11. TRATAMIENTOS DE MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVOS CON ALGUNAS CARACTERISTICAS CUANTIFICADAS EN EL EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES, CHIS. VERANO 1978.

Tratamiento				Frijol			Maiz	
Maiz	Frijol*	N	P**	Plantas/ P.U.	Vainas/ Planta	Granos/ Vaina	Plantas por	Mazorcas P.U.
20	70	80	40	61	13	7	19	22
20	70	120	40	55	11	7	20	21
20	100	80	40	86	12	7	21	22
20	100	120	40	80	9	7	23	25
20	130	80	40	116	8	6	19	24
20	130	120	40	112	9	7	18	21
30	70	80	40	65	10	7	24	26
30	70	120	40	67	11	6	26	27
30	100	80	40	76	9	7	24	23
30	100	120	40	84	11	7	27	27
30	130	80	40	101	10	7	26	25
30	130	120	40	107	10	7	26	26
40	70	80	40	112	8	7	31	29
40	70	120	40	67	11	7	34	34
40	100	80	40	81	8	6	36	31
40	100	120	40	71	9	7	34	29
40	130	80	40	93	8	7	34	33
40	130	120	40	111	10	6	32	29
45	00	80	40	-	-	-	37	35
00	200	40	40	189	11	6	-	-

* Miles de plantas de maíz y frijol por hectárea

P.U. Parcela útil

** Kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo por hectárea

CUADRO 12. ANALISIS DE VARIACION (KG/P.U.), DMSH Y MEDIAS DE RENDIMIENTO (KG/HA) DE MAIZ Y DE FRIJOL, POR SEPARADO, EN EL EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES, CHIAPAS. VERANO 1976.

	Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabulada	
						0.05	0.01
M A I Z	Tratamientos	12	12.9334	1.0778	2.11	2.03*	2.72 ⁽⁻⁾
	Bloques	3	8.9820	2.9940	5.85	2.86**	4.38*
	Error Exp.	36	18.4087	0.5114			
	Totales	51	40.3241				
C. V. = 17 %		DMSH _{5%} = 1951 kg/ha		\bar{X} = 4 533 kg/ha			
F R I J O L	Tratamientos	12	0.5533	0.0461	4.48	2.03*	2.72*
	Bloques	3	0.2124	0.0708	6.87	2.86**	4.38*
	Error Exp.	36	0.3712	0.0103			
	Totales	51	1.1369				
C. V. = 15%		DMSH _{5%} = 277 kg/ha		\bar{X} = 741 kg/ha			

*Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

(-) No existe diferencia significativa

P. U. Parcela útil (9.20 m²)

CUADRO 13. ANALISIS DE VARIACION DE UTILIDADES BRUTAS(\$/HA) EN TRATAMIENTOS CON MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVOS (A), Y DE TRATAMIENTOS MAIZ-FRIJOL (B). EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES, CHIAPAS. VERANO 1976.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabulada		
					0.05	0.01	
Tratamientos	13	2545.1012	195.7770	9.3149	1.99**	2.64**	
Bloques	3	508.8689	169.6230	8.0705	2.54**	3.59**	
Error Exp.	39	819.6871	21.0176				
Totales	55	3873.6572					
C. V. = 13 %		DMSH = 11 576 \$/ha		$\bar{X} = 35\ 628$ \$/ha			
(B)	Maíz	2	44.7891	22.3946	1.0463	3.29 ⁽⁻⁾	5.32 ⁽⁻⁾
	Frijol	3	154.3324	51.4441	2.4035	2.89 ⁽⁻⁾	4.44 ⁽⁻⁾
	Interacción Maíz/frijol	6	24.3801	4.0634	0.1898	2.39 ⁽⁻⁾	3.40 ⁽⁻⁾
	Bloques	3	417.7466	139.2489	6.5058	2.89**	4.44*
	Error Exp.	33	706.3238	21.4038			
	Totales	47	1347.5720				
C. V. = 12 %		$\bar{X} = 37\ 691$ \$/ha					

* Diferencia significativa

\$/ha = Pesos por hectárea

** Alta diferencia significativa

(-) No se encontró diferencia significativa

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIACION, DMSH Y MEDIAS DE RENDIMIENTO (KG/HA) DE MAIZ Y FRIJOL, POR SEPARADO, EN EL EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES, CHIAPAS. VERANO 1977.

	Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabulada	
						0.05	0.01
M A I Z	Tratamientos	18	37931282	2107293.44	4.18	1.85**	2.39*
	Bloques	3	8247036	2749012.00	5.46	2.78**	4.17*
	Error Exp.	54	27211877	503923.6481			
	Totales	75	73390195				
C. V. = 14.75 %			DMSH _{5%} = 1843.19 kg/ha		\bar{X} = 4814 kg/ha		
F R I J O L	Tratamientos	18	5280437.96	293357.6644	22.21	1.85**	2.39**
	Bloques	3	11480.78	3824.9267	0.29	(-)	(-)
	Error Exp.	54	713404.25	13211.1898			
	Totales	75	6005322.99				
C. V. = 18 %			DMSH _{5%} = 298.27 kg/ha		\bar{X} = 646 kg/ha		

*Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

(-) No se encuentra diferencia significativa

kg/ha = Kilogramos por hectárea.

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIACION DE LAS UTILIDADES BRUTAS (\$/HA) EN TRATAMIENTOS CON MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVOS (A), Y EN TRATAMIENTOS MAIZ-FRIJOL (B). EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES, CHIS. VERANO 1977.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	19	2143.8364	112.8335	3.3313	1.77**	2.25*
Bloques	3	328.5591	109.5197	3.2334	2.77**	4.15 ⁽⁻⁾
Error Exp.	57	1930.6294	33.8707			
Totales	79	4403.0249				
C. V.	14.6 %	DMSH _{5%} = 15 300 \$/ha		\bar{X} = 39 744 \$/ha		
Maíz	2	120.7457	60.3729	1.6995	3.18 ⁽⁻⁾	5.06 ⁽⁻⁾
Frijol	2	21.9355	10.9678	0.3087	3.18 ⁽⁻⁾	5.06 ⁽⁻⁾
Fórmulas	1	361.6571	361.6571	10.1804	4.03**	7.17**
Interacción Maíz/frijol	4	93.8607	23.4652	0.6605	2.56 ⁽⁻⁾	3.72 ⁽⁻⁾
Interacciones Maíz/fórmulas	2	77.9547	38.9774	1.0972	3.18 ⁽⁻⁾	5.06 ⁽⁻⁾
Interacciones frijol/fórmulas	2	308.0395	154.0198	4.3355	3.18*	5.06 ⁽⁻⁾
Interacciones maíz/frijol/fórmulas	4	215.5337	53.8839	1.5168	2.59 ⁽⁻⁾	3.72 ⁽⁻⁾
Bloques	3	359.4213	119.8071	3.3725	2.79*	4.20 ⁽⁻⁾
Error Exp.	51	1811.7705	35.5249			
Totales	71	3370.9207				
C. V. = 14.6 %		DMSH _{5%} para fórmulas = 5 176 \$/ha		\bar{X} = 40 824 \$/ha		
		DMSH _{5%} para Int. frijol/fórmulas = 1721 \$/ha				

* Diferencia significativa
 ** Diferencia altamente significativa
 (-) No se encontró diferencia significativa

\$/ha = Pesos por hectárea

CUADRO 16. ANALISIS DE VARIACION, DMSH Y MEDIAS DE RENDIMIENTO (KG/HA) DE MAIZ Y FRIJOL, POR SEPARADO, EN EL EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES CHIS. VERANO 1978.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	18	9.4708	0.5262	2.48	1.85*	2.39*
Bloques	3	0.1584	0.0529	0.25	2.78 ⁽⁻⁾	4.17 ⁽⁻⁾
MAIZ Error Exp.	54	11.4395	0.2118			
Totales	75	21.0689				
C. V. = 13 %		DMSH _{5%} = 1194 kg/ha		\bar{X} = 3515 kg/ha		
Tratamientos	18	5.3840	0.2991	19.4221	1.85**	2.39**
FRIJOL Bloques	3	0.0735	0.0245	1.5909	2.78 ⁽⁻⁾	4.17 ⁽⁻⁾
Error Exp.	54	0.8324	0.0154			
Totales	75	6.2899				
C. V. = 15.19 %		DMSH _{5%} = 322 kg/ha		\bar{X} = 817 kg/ha		

* Diferencia significativa
 ** Diferencia altamente significativa
 (-) No existe diferencia significativa

kg/ha = Kilogramos por hectárea.

CUADRO 17. ANALISIS DE VARIACION DE LAS UTILIDADES BRUTAS(\$/HA) EN TRATAMIENTOS MAIZ-FRIJOL INTERCALADO Y UNICULTIVOS (A), Y EN TRATAMIENTOS MAIZ FRIJOL (B). EXPERIMENTO EFECTUADO EN VILLAFLORES CHIS. VERANO 1978.

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada	F. Tabulada	
					0.05	0.01
Tratamientos	19	678.4645	35.7087	0.7492	1.78 ⁽⁻⁾	2.25 ⁽⁻⁾
Bloques	3	9.5749	3.1916	0.0670	2.76 ⁽⁻⁾	4.13 ⁽⁻⁾
(A) Error Exp.	57	2716.8494	47.6640			
Totales	79	3404.8888				
C. V. = 20 %		DMSH _{5%} = No hay		$\bar{X} = 34\ 511$	\$/ha	
Maíz	2	8.9183	4.4592	0.0870	3.18 ⁽⁻⁾	5.06 ⁽⁻⁾
Frijol	2	3.2366	1.6183	0.0316	3.18 ⁽⁻⁾	5.06 ⁽⁻⁾
Fórmulas	1	7.4106	7.4106	0.1445	4.03 ⁽⁻⁾	7.17 ⁽⁻⁾
Interacciones Maíz/frijol	4	67.6529	16.9132	0.3298	2.56 ⁽⁻⁾	3.72 ⁽⁻⁾
(B) Interacciones Maíz/fórmulas	2	74.7337	37.3669	0.7286	3.18 ⁽⁻⁾	5.06 ⁽⁻⁾
Interacciones Frijol/fórmulas	2	22.5754	11.2877	0.2201	3.18 ⁽⁻⁾	5.06 ⁽⁻⁾
Interacciones Maíz/frijol/fórmulas	4	134.9712	33.7428	0.6580	2.56 ⁽⁻⁾	3.72 ⁽⁻⁾
Bloques	3	8.7614	2.9205	0.0569	2.79 ⁽⁻⁾	4.20 ⁽⁻⁾
Error Exp.	51	2615.4395	51.2831			
Totales	71	2943.6996				

(-) No se encontró diferencia significativa

\$/ha = Pesos por hectárea.