

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS



ALFREDO VICTOR PEREZ ANGULO

SELECCION SIMULTANEA MAIZ-FRIJOL
EN GENERACIONES SEGREGANTES.

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

1982

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS

ALFREDO VICTOR PEREZ ANGULO

SELECCION SIMULTANEA MAIZ-FRIJOL
EN GENERACIONES SEGREGANTES.

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA
MEXICO
1982

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

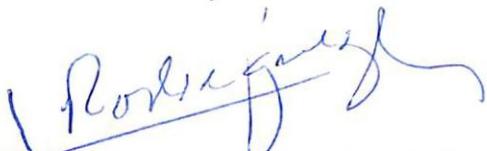
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

Esta tesis fue realizada bajo la Dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR DE ASESORIA


ING. M.C. GUSTAVO OLIVARES SALAZAR
Asesor Principal


ING. M.C. JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ V.
Asesor

Ph.D. JEREMY DAVIS
Asesor



DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
Subdirector Postgrado



BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. NOVIEMBRE DE 1982.

DEDICATORIA

A mis padres:

ANGEL PEREZ y ASCENCIA ANGULO, quiénes sin esperar retribución, me proporcionaron cariño y bienestar.

Con todo amor y cariño a mi esposa: MERY R.
y a mis hijos: FRANZ NINO y CARLA SCARLET, quiénes compartieron y sobre llevaron con paciencia y sacrificio momentos difíciles para lograr una nueva meta.

A mis hermanos:

ORLANDO, JORGE y MIGUEL, con el mejor deseo de éxito en la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Boliviana "Gabriel René Moreno" por la oportunidad brindada y por su apoyo institucional en bien de mi formación profesional.

A la Agencia Internacional para el Desarrollo (A. I.D.) por la concesión de la beca de estudios que permitió - cubrir parte substancial de los gastos durante mis estudios.

A los Maestros y Autoridades del Colegio de Postgraduados de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por la transmisión de sus conocimientos.

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical por las facilidades brindadas, su aporte con costos y materiales que permitieron la culminación de la presente investigación.

Al Ph. D. Jeremy Davis, por su asesoramiento en la investigación y al personal de su programa de mejoramiento - por su contribución en las labores de campo del experimento.

Al Ing. M.C. Gustavo Olivares S., por su desempeño como Consejero durante mis estudios, por la revisión y corrección del trabajo final.

Al Ing. M.C. José Guadalupe Rodríguez V., por su participación en la revisión y corrección de este trabajo.

Al Ing. James García, Técnico de la Unidad de Biometría del C.I.A.T. por su contribución en el procesamiento de datos.

A las Sritas. Alma R. Ortiz Gámez, Isabel Cristina Giraldo e Irene Ayala, por su participación en el mecanografiado del trabajo final y elaboración de cuadros.

C O N T E N I D O

	Pág.
Agradecimiento	
Dedicatoria	
Resumen	
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	4
III. Materiales y Métodos.	28
IV. Resultados	45
1. Resultados para Maíz.	45
1.1 Características de los genotipos de maíz en monocultivo.	45
1.2 El efecto de la asociación sobre los maices.	47
1.3 Selección de las mejores combinaciones - de maíz con familias de frijol por rendimiento de maíz.	54
1.4 El análisis de varianza para el maíz.	56
2. Resultados de frijol.	61
2.1 Características de los genotipos de frijol en monocultivo.	61
2.2 Efectos de la asociación sobre el frijol	65
2.3 Efecto de los maices sobre las características del frijol.	66
2.4 Efectos de la asociación sobre los hábitos.	68
2.5 Efecto de los genotipos de maíz sobre los hábitos de crecimiento de frijol.	70
2.6 Selección de las mejores familias de frijol por rendimiento de frijol.	
3. Resultados para maíz y frijol en combinación.	74
3.1 Comportamiento de los rendimientos de maíz y frijol en las asociaciones a nivel de hábito y genotipos de maíz.	75

No.		Pág.
1A	CARACTERISTICAS DEL MAIZ LA POSTA EN MONOCULTIVO - Y EN ASOCIACION CON LOS TRES HABITOS DE FRIJOL.	110
2A	CARACTERISTICAS DEL MAIZ SUWAN-1 EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION CON LOS TRES HABITOS DE FRIJOL.	111
3A	CARACTERISTICAS DEL MAIZ POBLACION-30 EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION CON LOS TRES HABITOS DE FRIJOL.	112
4A	CORRELACIONES ENTRE SISTEMAS ASOCIADOS PARA RENDIMIENTOS DE MAIZ EN ASOCIACION CON FAMILIAS DE FRIJOL.	113
5A	CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL FRIJOL PARA LOS - SISTEMAS EN CADA HABITO.	114
6A	CORRELACIONES ENTRE SISTEMAS PARA RENDIMIENTO DE - FRIJOL POR FAMILIA (8 g.1.)	115
7A	TABLA DE COEFICIENTES DE USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA PARA LAS ASOCIACIONES.	116
8A	SUMAS DE CUADRADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA - LAS CARACTERISTICAS DEL MAIZ.	119
9A	SUMAS DE CUADRADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA - LAS CARACTERISTICAS DEL FRIJOL.	120

INDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
1	CROQUIS DE SIEMBRA: SELECCION SIMULTANEA DE MAIZ-FRIJOL EN SIEMBRA ASOCIADA.	35
2	DETALLES DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO. SELECCION SIMULTANEA MAIZ-FRIJOL. CIAT-PALMIRA, 1982.	37
3	RELACION DE RENDIMIENTOS DE MAIZ LA POSTA Y SUWAN-1 EN ASOCIACION CON 30 FAMILIAS DE FRIJOL.	57
4	RELACION DE RENDIMIENTOS DE MAIZ POBLACION-30 Y SUWAN-1 EN ASOCIACION CON 30 FAMILIAS DE FRIJOL.	58
5	RELACION PARA RENDIMIENTO ENTRE 50 LINEAS (PLANTAS INDIVIDUALES) SELECCIONADAS EN F ₂ Y SUS PROGENIES EN F ₃ EN ASOCIACION CON MAIZ HABITO IV.	63
6	RELACION PARA RENDIMIENTO ENTRE FAMILIAS DE PLANTAS INDIVIDUALES SELECCIONADAS EN F ₂ Y SUS PROGENIES EN F ₃ , ASOCIACION CON MAIZ HABITO IV.	64
7	RELACION DE RENDIMIENTOS PARA 30 FAMILIAS DE FRIJOL F ₃ EN ASOCIACION CON MAIZ (PROMEDIO DE 3 CULTIVARES).	76
8	EFECTO DEL HABITO DE CRECIMIENTO DE FRIJOL SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ.	78
1A	RELACION DE PESO DE 100 SEMILAS DE LINEAS F ₂ Y SUS PROGENIES F ₃ HABITO II/III (50 LINEAS EN MONOCULTIVO).	117
2A	RELACION DE PESO DE 100 SEMILLAS DE LINEAS F ₂ /F ₃ - HABITO IV (50 LINEAS EN ASOCIACION).	118

R E S U M E N

La presente investigación "Selección Simultánea de Maíz-Frijol en Generaciones Segregantes", fue realizada con el objeto de medir el grado de interacción entre genotipos de maíz-frijol en siembra simultánea e identificar algunas características que ayuden al logro de una buena asociación entre ambos cultivos. El experimento se estableció en los campos experimentales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, ubicado a una altitud de 3°31' Latitud Norte y 76°22' Longitud Oeste a 1,001 msnm, con una precipitación pluvial de 1000 mm anuales y una temperatura de 24.6°C, con suelos de textura franco arcillosa, durante el desarrollo de los cultivos se aplicaron todas las prácticas culturales normales. El material genético consistió en: 50 tipos de frijol de hábito I (arbustivo determinado) distribuido en 10 grupos de 5 genotipos, 50 líneas F₃ en hábitos II/III (crecimiento indeterminado erecto y postrado) correspondientes a 10 familias con 5 líneas, 50 líneas F₃ de hábito IV (crecimiento indeterminado voluble) pertenecientes a 10 familias con 5 líneas y tres poblaciones de maíz de polinización abierta con características morfo-fisiológicas contrastantes (La Posta planta vigorosa, porte alto, ciclo vegetativo largo, hojas grandes y numerosas; Población-30 de

escaso vigor, porte bajo, ciclo vegetativo corto y pocas hojas pequeñas y Suwan-1 de características intermedias).

Los genotipos de maíz y frijol fueron distribuidos en el campo bajo el diseño experimental de parcelas sub-divididas con dos factores jerárquicos anidados y dos repeticiones.

La siembra para los monocultivos y las asociaciones fueron las mismas y correspondieron a 40,000 plantas de maíz y 120,000 plantas de frijol por hectárea, sembrados simultáneamente. En el frijol se registraron alturas de planta a los 25, 45 y 65 días, altura de copa a los 45 y 65 días, días a floración y madurez fisiológica, número de nudos en el tallo, número de ramas y nudos en la rama, área foliar y peso de 100 cm² de hoja, número vainas por m², semillas en 10 vainas, peso de 100 semillas y rendimiento. Para el maíz, se registró altura de planta a los 25, 45 y 65 días, número de hojas, área foliar de la hoja de la mazorca, días a floración y madurez fisiológica y rendimiento. Se efectuó análisis de varianza para todas las características del frijol y del maíz por separado. Se realizó análisis de correlaciones y regresión en F₂/F₁ para rendimiento de frijol y peso de 100 semillas. Se compararon los rendimientos equivalentes (R.E.) y el uso equivalente de la tierra (U.E.T.),

Para los rendimientos de maíz se establecieron:

- 1). Las diferencias debidas a la asociación respecto al monocultivo y las debidas al efecto de los tres hábitos no -

fueron significativos.

- 2). Se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq .001$) entre los maíces y entre los efectos de los hábitos de crecimiento de frijol y los genotipos de maíz.

Las diferencias debidas al efecto entre las familias y dentro las familias para el hábito IV y la interacción en maíz por línea dentro de familia, también fue significativa, pero solo en el hábito II/III.

Los resultados para rendimiento de frijol indican:

- 1). Las diferencias debidas al sistema asociado versus monocultivo son más importantes que las debidas a los maíces.
- 2). Una parte substancial de esta diferencia es debida a la interacción hábito de crecimiento con las asociación versus monocultivo.
- 3). Las diferencias entre la asociación hábito por maíces fueron significantes.
- 4). Se presentaron diferencias entre las familias y dentro de ellas para los tres hábitos.
- 5). La interacción asociación versus monocultivo a nivel de familias dentro de los tres hábitos fue importante.

Del análisis combinado se puede concluir, que existe la necesidad de aplicar un método de mejoramiento simultáneo para seleccionar ambos genotipos, sin embargo, de no ser esto posible, características del maíz y el frijol como vigor de planta, velocidad de crecimiento, ciclo vegetativo y altu-

ra de planta, pueden contribuir a lograr una aceptable asociación.

Los sistemas asociados tuvieron índices del Uso Equivalente de la Tierra y Rendimientos Equivalentes (relación de precio M/F 1:3) mayores que los monocultivos.

I. INTRODUCCION

La asociación maíz-frijol constituye un típico ejemplo de los sistemas de producción de mayor tradición y uso entre los agricultores de recursos limitados. Su práctica tiene sin duda, sus raíces en las culturas indígenas y su importancia actual permite afirmar que en los países de América Latina y el Caribe, los cultivos asociados han predominado sobre los monocultivos (Tejada, *et al*, 1979). Su mayor área cultivada se presenta en las fincas donde la mano de obra tiene -- disponibilidad y los recursos de capital, tierra y tecnología son limitados.

La marcada preferencia de los pequeños agricultores por éstos sistemas asociados se fundamenta en razones de tipo socio-cultural y económico; minimización de riesgos, estabilidad en la producción, balance en la dieta y empleo eficiente de recursos (Francis, *et al*, 1977).

La difusión del sistema asociado maíz-frijol en México se refleja en la superficie cultivada bajo este sistema, 1'000,000 de hectáreas que corresponden al 57.8% de la superficie total cultivada con frijol (Lépiz, 1978), y en el hecho que el 80% de la superficie cultivada con frijol en latinoamé

rica corresponde a la asociación maíz-frijol (Francis, *et al*, 1977).

No obstante de la importancia que reviste este sistema de cultivo para el pequeño agricultor, los mayores esfuerzos realizados por los investigadores se han circunscrito al estudio de los factores agronómicos de la productividad del sistema (densidades y épocas de siembra, aplicación de fertilizantes y pesticidas) y a la evaluación de la eficiencia económica del sistema.

La información recabada al respecto, permite afirmar que los sistemas asociados son más eficientes en productividad y economía, desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos del agricultor (Lépiz, 1978).

Francis (1975) y Francis, *et al* (1977) al referirse al mejoramiento genético de variedades para sistemas asociados indica que la selección conciente de variedades específicamente adaptadas a éstos sistemas ha recibido prioridad dentro de los programas de mejoramiento y que los mayores esfuerzos en este campo, fueron orientados hacia la obtención de variedades e híbridos para sistemas monoculturales, en los cuales su éxito es indiscutible.

Sin embargo, la validez de esta orientación, como único esfuerzo hacia el mejoramiento, es dudosa, más aun si se consideran las evidencias encontradas en materia de competencia e interacción genotipo por sistema y que algunos auto-

res como Davis, *et al* (1980) y Lépiz (1978) indican que existen genotipos que combinan o se asocian mejor y que los genotipos de frijol de mejor comportamiento en monocultivo, generalmente no son los mejores en asociación.

OBJETIVOS.

Planteada así la situación, el presente estudio se propone los siguientes objetivos:

- a). Determinar el grado de interacción de genotipos de frijol y maíz por sistema.
- b). Buscar una combinación de variedades de maíz y líneas de frijol en la generación F₃ con buena capacidad asociativa.
- c). Probar la validez del método de selección de genotipos de frijol en sistema monocultural con destino a siembras asociadas.
- d). Tratar de explicar la interacción genotipo por sistema, en términos de hábito de crecimiento.
- e). Identificar algunas características morfológicas de planta relacionadas con la productividad en monocultivo versus asociación.

II. REVISION DE LITERATURA

Importancia de los cultivos múltiples.

El empleo de sistemas de cultivos múltiples por parte de pequeños agricultores, con recursos limitados y que practican agricultura de subsistencia, reviste enorme importancia por las múltiples implicaciones socio-económicas y culturales que éstos sistema conllevan (Francis, *et al*, 1975).

La práctica de éstos sistemas tradicionales tiene una historia casi tan antigua como la historia de la agricultura (García, 1978). Por ello su amplia difusión en el Trópico y Altiplano Latinoamericano, así como en Centro América y Africa, lugares en los cuales se cultivan dos o más especies conjuntamente (Sanabria de Mojica, 1975).

Según Francis (1977), la marcada preferencia de los agricultores pequeños por éstos sistemas asociados, obedece a numerosas razones de orden histórico, nutricional, biológico y económico, quiénes han preservado éstos sistemas con objeto de minimizar los riesgos, mantener una dieta balanceada y estable para su familia y ocupar mano de obra familiar más intensivamente.

Lépiz (1978), al citar a Hernández y Ramos (1977), indicaba que éstos complejos sistemas de cultivo en su práctica, están basados en conocimientos empíricos acumulados por cientos de años, consistentes en una serie de prácticas y elementos culturales no desarrollados por los mecanismos modernos de ciencia y tecnología.

Entre la gran diversidad de cultivos que se incluyen en las asociaciones (patata, yuca, maíz, frijol, café, etc.), la asociación maíz-frijol resulta ser una de las más frecuentes en América Latina. Posiblemente ello se deba a que el frijol y el maíz se constituyen en la leguminosa y gramínea más consumidas en esta parte del continente (Pachico, 1982).

Este mismo autor, informa que la mayoría de la producción de frijol en pequeñas fincas, ocurre en asociación, principalmente con maíz. En Brasil, 70% de la producción proviene de este sistema, el 53% de la producción de frijol en Honduras, el 48% en Venezuela y el 33% en México. Estas cifras son ostensiblemente más bajas que las reportadas por Francis (1974) y Lépiz (1974) quienes respectivamente indicaban que el 80% del frijol cultivado en América Latina y el 57.8% del frijol sembrado en México, correspondían a la asociación con maíz, estas cifras muestran sobradamente la importancia que tiene esta asociación en la vida y economía de los pequeños agricultores y en la economía de los países latinos.

Terminología sobre cultivos múltiples.

Según Hart (1975), la asociación de cultivos puede definirse como un sistema en el cual dos o más especies cultivadas se siembran con suficiente proximidad en el espacio para resultar en una competencia interespecífica para un recurso limitado o potencialmente limitante. En cambio, la rotación de dos o más cultivos durante el mismo año resulta en una intensificación de la producción, pero sin competencia interespecífica.

Bajo esta definición genérica se incluyen una diversidad de variantes, que se expresan por el uso de épocas, métodos de siembra, arreglos topológicos y cronológicos, para los cuales, durante la conferencia sobre cultivos múltiples celebrada en Knoxville, Andrews y Kassam (1975), se acordó adoptar la terminología y su descripción que a continuación se indica:

CULTIVOS MULTIPLES. Siembra de dos o más cultivos en el mismo terreno, en el mismo año, en él se incluyen:

1. Cultivos en serie. Rotación durante el mismo año.
2. Cultivos asociados. Siembra de dos o más cultivos con un traslape en su ciclo vegetativo en el mismo terreno.

2.1 Cultivos mixtos. Siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, sin organización en surcos distintos.

2.2 Cultivos intercalados. Siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, en surcos independientes pero vecinos.

2.3 Cultivos en fajas. Siembra simultánea de dos o más -- cultivos, pero en fajas amplias, situación que permite el manejo independiente de cada cultivo.

2.4 Cultivos en relevo. Siembra de dos o más cultivos, -- sembrando o trasplantando el segundo antes de la cosecha, pero después de la floración del primero.

Parámetros para la evaluación de la eficiencia de los sistemas asociados.

Numerosos estudios han sido realizados con objeto de cuantificar la eficiencia del sistema asociado maíz-frijol, respecto de sus correspondientes monocultivos. Para ello se emplearon diversos parámetros como los siguientes:

Soria (1975) en un estudio comparativo de modelos espaciales y cronológicos de los cultivos asociados en relación a los respectivos monocultivos, midió la cantidad de biomasa producida por cada sistema.

Días (1974), para evaluar los efectos de los monocultivos maíz, frijol y patata con relación a las asociaciones de a dos y tres cultivos en todas sus combinaciones, cuantificó la cantidad de proteína digestible, los hidratos de carbono y los ingresos netos por hectárea.

Francis (1975), citando a Bantilan y Harwood (1973) empleó el "índice de uso eficiente de la tierra" (U.E.T.), -- término sinónimo al de razón de superficie equivalente (R.S. E.)

propuesto por el Instituto Internacional del Arroz (Tenbath, 1976) y empleado también por Lépiz (1978). Estos índices -- cuantifican el número de hectáreas necesarias de los monocultivos para obtener la misma producción con la asociación. Pa ra el caso concreto de la asociación maíz-frijol, la fórmula es:

$$U.E.T = \frac{Fa}{Fm} + \frac{Ma}{Mm}$$

donde:

Fa = rendimiento del frijol en asociación.

Fm = rendimiento del frijol en monocultivo.

Ma = rendimiento de maíz en asociación.

Mm = rendimiento de maíz en monocultivo.

Según este índice, valores mayores de 1.0 indicarán ventaja del sistema asociado respecto a sus correspondientes monocultivos. Este término usualmente aplicado para los ren dimientos combinados puede ser también aplicado igualmente - para los rendimientos de cada cultivo de la asociación (Wille~~y~~, 1979).

Para sistemas asociados en los que participan diver sos genotipos de cada especie, donde precios de dichos genoti pos son diferenciados, puede emplearse el rendimiento del fri jol equivalente (R.E.F) (Davis, 1980) en base a la siguiente fórmula:

$$R.E.F = R_f + (R_m \times \frac{P_m/kg}{P_f/kg})$$

donde:

Rf = rendimiento de frijol.

Rm = rendimiento de maíz.

Pm = precio del maíz.

Pf = precio del frijol.

Lépiz (1978), empleó como un parámetro adicional de evaluación para la asociación maíz-frijol y sus correspondientes monocultivos, la determinación de la energía contenida en los granos. Para ello cuantificó directamente la energía mediante la combustión de la muestra en unidades calóricas por gramo.

Hunt (1966), citado por Lépiz (1978), empleó el término eficiencia acumulativa de la energía solar por los cultivos, el cual se usa como un indicador directo de la acumulación de la energía radiante y medido a través del incremento de la materia seca diaria.

Otra forma de evaluar la eficiencia de las asociaciones y sus respectivos monocultivos, sin considerar los efectos artificiales de las fluctuaciones de los precios en el mercado, es a través de la "maxima eficiencia energética" (I.E.E.), desarrollado por Heichel (1973) y usado por Larios (1979). Según estos autores, éste índice se obtiene mediante la relación entre la cantidad de "energía digestible" obtenida y la "energía cultural" aplicada. Esta energía cultural, representa el total de energía gastada para cultivar las plantas. De acuerdo a esta metodología la máxima eficiencia

energética o la mejor ganancia calórica se alcanzará cuando - se cosechen más calorías de energía alimenticia con la menor inversión de energía durante el proceso productivo.

Eficiencia de los cultivos asociados.

Los estudios realizados sobre cultivos asociados, han sido enfocados casi en su totalidad a evaluar la deficiencia económica de este sistema y hacia el mejoramiento de la - productividad del mismo, a través de la incorporación de prácticas agronómicas como fertilizantes, poblaciones de plantas de cada especie, su distribución espacial y cronológica, etc. (Lépiz, 1974).

La información correspondiente, en general, muestra al sistema asociado como el más eficiente, tanto en productividad, como económicamente (Lépiz, 1978; y Francis, 1975). Entre la diversa información al respecto se tienen:

Efecto sobre rendimiento. Días (1974), comparó los efectos - de la asociación frijol (F), maíz (M) y batata (B) bajo diferentes niveles de tecnología. Para la evaluación convirtió los rendimientos de grano y tubérculos a unidades de proteína e hidratos de carbono por hectárea y estableció que la asociación afectó el rendimiento de cada uno de los componentes del sistema, en relación a sus correspondientes monocultivos, pero que sin embargo, la producción de proteínas e hidratos de carbono en los bi y tricultivos en asociación, se incrementaron significativamente. La mejor producción de proteína digestible (0.43 ton/ha.) se obtuvo con la asociación M+F+B y el me

por rendimiento de materia seca con la asociación M+F (4.2 - ton/ha.).

Por su parte Soria (1975) empleando diversos modelos espaciales y cronológicos de cultivos asociados y rotaciones con los cultivos maíz, frijol, yuca y batata combinado -- con niveles de tecnología, encontró que el índice de uso eficiente de la tierra en la mayoría de los sistemas múltiples, fue significativamente más alto con respecto a los monocultivos. Así mismo, reportó que el nivel más alto de tecnología también aumentó la producción de biomasa en los sistemas múltiples.

No

Francis (1977), analizando 15 experimentos de asociación en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, encontró que los rendimientos de maíz no se ven afectados por el frijol, siempre y cuando se determine la densidad óptima, las fechas relativas de siembra y el nivel tecnológico óptimo. Estableció además, que la eficiencia del uso de la tierra en los cultivos asociados fue 20-80% más alto que en sus correspondientes monocultivos.

Larios (1979), encontró que la máxima eficiencia energética correspondió a los sistemas asociados y que con el mejor caso, maíz híbrido asociado con frijol y empleo de bajo nivel de insumos, se obtuvieron 21.9 calorías digestibles por cada caloría de energía cultural aplicada.

Lépiz (1978), asoció 3 variedades de frijol con 3 variedades de maíz y encontró que para el parámetro razón de superficie equivalente, la asociación de frijol (var. N-150 de crecimiento indeterminado) con cualquiera de los 3 maíces empleados, fue el sistema más eficiente alcanzando su óptimo al combinar el frijol N-150 con el maíz H-28. Además, indica este autor que en el rendimiento calórico la asociación -maíz-frijol es equivalente al maíz monocultivo y superior al frijol sembrado solo. En rendimiento económico las asociaciones fueron mayores.

Claure y Mansilla (1976), al analizar cultivos asociados de maíz y frijol en siembras simultáneas con y sin riego, encontraron que el rendimiento de maíz y frijol por efecto de la asociación se redujeron en promedio (2 localidades) 21% y 29.8% respectivamente. Sin embargo, la tasa más alta de uso equivalente de la tierra se obtuvo en la asociación -maíz con frijol precoz.

Aidar y Vieira (1979), al sembrar maíz bajo densidades de 20, 40 y 60 mil plantas por hectárea asociadas con frijol a 0, 100, 200, 300 y 400 mil plantas por hectárea, cuando el maíz ingresaba a su madurez, observó que el rendimiento del frijol no afectó al rendimiento del maíz y las diferencias de rendimiento entre densidades de frijol fueron insignificantes. El índice de uso eficiente de la tierra para la asociación maíz-frijol fue mayor (1.5 a 1.3).

Serpa (1977), al evaluar los rendimientos de la asociación de un maíz de porte enano con un frijol trepador bajo dos densidades de poblaciones, estableció que la asociación disminuyó el rendimiento del maíz y que los sistemas de asociación presentaron las tasas más elevadas de eficiencia en el uso de la tierra.

Francis y Prager (1977), analizando diversos experimentos sobre siembras asociadas en los que se incluyeron densidades de siembra, fechas de siembra y tipos de soporte, determinó consistentemente que el rendimiento de maíz no se disminuye por efecto de la asociación, y que el rendimiento de frijol se disminuye en 50%. No obstante, se obtuvieron rendimientos de 1.5 y 2.0 ton/ha. de frijol arbustivo y trepador respectivamente, hecho que se constituye en un ingreso adicional.

Fisher (1979) estableció que durante las frecuentes estaciones lluviosas prolongadas en Kenia, el cultivo de maíz frijol asociado muestra una clara ventaja frente a los monocultivos. Estos y otros resultados, dice, sugieren que las asociaciones son más eficientes especialmente en los casos en que los niveles de rendimiento de los monocultivos son bajos por efecto de las lluvias prolongadas, pero que la diferencia es pequeña cuando los niveles de rendimiento de monocultivo son altos. El mismo autor señala que la intercepción de luz por las hojas de maíz fue escasa hasta una etapa avanzada de vida del frijol.

Francis, *et al* (1978), analizando resultados de 6 - ensayos de frijol asociado con maíz, encontraron que los rendimientos de maíz no difirieron significativamente entre el monocultivo y el cultivo asociado a densidades de 30 a 40 - mil plantas por hectárea de maíz. Los ensayos incluyeron -- densidades de plantas de frijol, sistemas de siembra y épo-- cas relativas de siembra de los dos cultivos. El volcamien-- to del maíz fue menos severo (16.4%) en el cultivo asociado, frente al monocultivo (28.7%). Además, observaron ataques - menores de *Spodoptera frugiperda* y aumentos en el uso equiva-- lente de la tierra con los cultivos asociados.

Altieri (1976), encontró que la asociación maíz-fri-- jol presentó poblaciones de *Empoasca kraemeri* y *Spodoptera -- frugiperda*, 26% menores que el monocultivo frijol y maíz, -- concluyendo además que la diversificación de los monoculti-- vos con otros parece ser una estrategia objetiva para el ma-- nejo de plantas tropicales.

Altieri, *et al* (1978), la población de *Dialhotica -- balteata* fue 45% menor en el asociado y la incidencia de *Spo-- doptera frugiperda* fue 14% menor.

Selección para sistemas de cultivo asociados.

El mejoramiento de plantas para sistemas de cultivo en los que crecen juntos dos o más especies vegetales, ha si-- do reducido y la investigación agronómica generalmente se ha enfocado hacia el mejoramiento de variedades para situacio-- nes de monocultivo (Francis, *et al*, 1976).

Los mayores esfuerzos en mejoramiento genético han sido realizados para sistemas monoculturales en los cuales - su éxito ha sido sustancial al haberse logrado aumentar el - potencial de rendimiento de muchas especies (Francis, *et al*, 1975). Esta situación se confirma cuando Francis (1977) indica que las evidencias son muy limitadas respecto a que los mejoradores hayan seleccionado concientemente sus variedades para sistemas mixtos y que fueron los propios agricultores - quiénes, durante muchos años, han seleccionado plantas individuales y variedades que dieran mayor producción a éstos sistemas asociados.

Francis, *et al* (1978), al tratar de explicar la escasa importancia asignada por los programas nacionales e internacionales al mejoramiento de plantas para sistemas asociados, afirma que se debe a que los mejoradores asumen que los mejores cultivares seleccionados en monocultivo, también tendrán óptimo comportamiento en sistemas asociados. Sin embargo, esta asunción ha sido cuestionada cuando Fyfe Rogers (1965) y Harper (1967) enfatizan que algunas variedades a -- utilizarse en asociación deben ser obtenidas específicamente para tal propósito..

Paniagua (1977) al estudiar las características -- que confieren mayor potencial de rendimiento al frijol en -- asociación con maíz, encontró que algunas variedades que produjeron altos rendimientos en monocultivo también lo hicieron en asociación, pero en general, aquellas que producían - altos rendimientos en monocultivo presentaban tendencias a -

los bajos rendimientos en asociación y viceversa. Este autor remarcó además que no se puede seleccionar una variedad por su rendimiento en el monocultivo si se pretende cultivarla en asociación.

Davis (1979) y Davis y García (1979), al referirse concretamente a la asociación maíz-frijol, indican que existen combinaciones de genotipos de maíz y frijol que son mejores, y que los genotipos involucrados en las mejores combinaciones no son necesariamente los de mejor desempeño en monocultivo.

A su vez Lépiz (1974) y (1978), indica que en el sistema de producción maíz-frijol asociados, existen ciertas variedades de frijol con buena capacidad asociativa y eficiente utilización de energía solar. Tanto desde el punto de vista económico como del parámetro uso equivalente de la tierra.

Con objeto de evaluar la presencia de interacción genotipo/sistema en frijol arbustivo, trepador y maíz, Francis (1977) diseñó una metodología que contempla el análisis de correlación entre el ordenamiento de los genotipos para los dos sistemas (monocultivo y asociado). Este mismo autor reportó, al estudiar el comportamiento de 9 variedades de frijol voluble asociadas con maíz normal y braquítico, que los rendimientos de frijol en ambos casos mostró correlaciones no significativas para rendimiento ($r = 0.26$) y para ordenamiento o por rangos ($r = 0.36$), hecho que confirmaría que -

la selección de una variedad de frijol por un determinado sistema no necesariamente constituye una selección para otro sistema distinto.

Estos mismos resultados han sido corroborados al haber encontrado interacción entre genotipo de frijol-mafz y sistema de cultivo (Davis, 1979 y Dyjkstra y de Vos, 1972).

Sin embargo, de estarse comprendiendo la importancia de seleccionar especies específicamente para cada sistema, los esfuerzos realizados para proponer métodos de selección simultánea de dos especies con destino a siembras asociadas es mínimo. Hamblin, *et al* (1976) propusieron en teoría algunos métodos estadísticos sencillos que permitirían seleccionar dos cultivos simultáneamente a partir de todas las combinaciones que se obtengan de las cruzas de P y p progenitores dentro de cada especie y con base en la capacidad asociativa ecológica y el rendimiento de ambos cultivos en asociación.

Hamblin y Rowell (1975) refiriéndose a la selección de variedades con alto rendimiento con destino a siembras asociadas, indican que la eficiencia relativa de los sistemas de mejoramiento por pedigree y masal para la selección de genotipos de alto rendimiento, dependen de la relación entre la habilidad competitiva en cultivo mixto y el rendimiento en cultivo puro. Y que un criterio estadístico es el coeficiente de regresión β de la habilidad competitiva (definida como el rendimiento de un genotipo en cultivo mixto menos el rendi--

miento en cultivo puro sobre el rendimiento en cultivo puro). Coeficientes menores de -1 indican que la competencia en cultivo mixto suprimen el rendimiento del genotipo de alto rendimiento en monocultivo y serán eliminados en las primeras generaciones de selección natural. En cambio si β es mayor que -1, los genotipos de alto rendimiento en cultivo puro sobreviven aun cuando ellos compitan menos que los genotipos de bajo rendimiento.

Davis (1979), indica que se podrían predecir las mejores combinaciones para la asociación, tomando en consideración ciertas características sencillas de las plantas de maíz y de frijol como la altura, la precocidad y la longitud de los nudos tanto para genotipos de frijol como del maíz.

El mismo autor Davis (1981), informa que durante la selección en el programa de mejoramiento debe buscarse una combinación de rendimiento máximo en asociación con una capacidad competitiva reducida y que algunos factores que contribuirían a este objetivo para el genotipo de frijol serían: a). eficiencia fisiológica bajo sombra; b). eficiencia de fijación de nitrógeno y c). resistencia a enfermedades y plagas. La búsqueda de mayor eficiencia y menor competencia conduciría a combinar una alta productividad en monocultivo con una mayor estabilidad bajo sistemas tradicionales de cultivos asociados.

Por su parte Kohashi (1979), afirma que se han establecido diferentes combinaciones de maíz de distinta altura y precocidad con frijol de diferentes hábitos de crecimiento

to y precocidad, los mismos indican que: a). existe una correlación positiva entre la producción de área foliar y el ciclo vegetativo de las variedades de maíz-frijol; b). existe una correlación positiva entre la producción de área foliar en el ecosistema y la intercepción de luz; c). las variedades de maíz y frijol redujeron sus rendimientos de grano en relación a las siembras no asociadas, para las condiciones de Chapingo (México), desde el punto de vista económico, la mejor asociación es la siembra de variedades de maíz intermedias en altura con variedades de frijol de semiguía.

Paniagua (1977), encontró que para las asociaciones de frijol con maíz de porte bajo, el número de racimos, la altura de planta, el diámetro del hipocotilo y el peso seco de la hoja, eran los caracteres más importantes para determinar el rendimiento; pero que el número de ramas y los días a madurez eran valores contrastantes. Para la asociación frijol maíz alto, los componentes más importantes, en la determinación del rendimiento, eran: el diámetro del hipocotilo, los días a la madurez y la altura de la planta.

Lépiz (1978), al asociar tres variedades de frijol con tres variedades de maíz, encontró que tanto para variedades de frijol como de maíz, se encontraron diferencias en el área foliar, presentandose una correlación positiva entre este caracter y el ciclo vegetativo de las variedades.

Davis, *et al* (1980), al probar una nueva metodología para: 1). mejorar los ensayos de rendimiento en F_3 a través - del uso de un diseño experimental jerárquico (agrupando las líneas en familias), y 2). para seleccionar el frijol en asociación con el maíz en busca de una mayor complementación entre dos cultivos, encontró que existe una buena correlación entre los rendimientos de las familias de frijol F_3 y los de sus correspondientes generaciones siguientes; hecho que permitiría eliminar familias completas de poco potencial ya en F_3 . Además, estableció que existen genotipos de frijol que se combinan mejor con el maíz y éstos genotipos pueden detectarse en las mejores familias y en generaciones tempranas..

Interacción genotipo x sistemas y sus efectos.

Para el estudio de la interacción genotipo por sistema (o medio ambiente) se han desarrollado diversos métodos (Francis, 1978), revisando este tópico resumió, su determinación y el grado de esta interacción definirán la importancia o no de la selección de genotipos específicos para el sistema asociado. El método más empleado para el estudio de la interacción genotipo medio ambiente, es el análisis de varianza en el cual la magnitud relativa entre los valores de F para los genotipos, sistemas y genotipo x sistema decidirán la importancia o no de seleccionar genotipos para cada ambiente.

Otra metodología consiste en el empleo de la regresión de los rendimientos en un sistema contra los rendimien-

tos del otro, en el que el grado de significancia estadística de la correlación permite apreciar la tendencia general de -- los genotipos, pero no mucho la importancia de la interacción. Por ello, en este método la presencia de uno o pocos genoti-- pos con comportamiento excepcional en un determinado sistema pueden no repercutir en el comportamiento general de los geno-- tipos. Una variante de ésta resulta el método empleado por - Francis (1975), quién utilizó la regresión en base a rangos - de los genotipos en los sistemas.

Finlay y Wilkinson (1963) y Eberhart y Russel (1966) emplearon los parámetros de estabilidad para evaluar la reac-- ción de una serie de genotipos o variedades a través de varios ambientes. Esta misma metodología tiene aplicación a una se-- rie de sistemas o cualquier combinación de años, sistemas y localidades, considerando cada una de éstas como un ambiente.

Como producto de la siembra conjunta de dos culti-- vos se produce una serie de competencias interespecíficas por nutrientes, humedad, pero esencialmente por luz (Lépiz, 1978) y como consecuencia de tales competencias se producen reduc-- ciones en sus rendimientos de ambos cultivos en función a su grado de competencia. Al respecto, Davis (1981) al citar a - Donald (1963) indica que la productividad y la capacidad com-- petitiva son características distintas de las plantas, lo que se traduce en una interacción genotipo por sistema de cultivo y que sería un error asumir que fueran atributos idénticos.

García (1979), indica que en la gama de situaciones que se presentan en los cultivos múltiples, se producen distintos grados de competencia interespecífica que varían en función al ciclo vegetativo, a la fecha relativa de siembra de cada especie y aun más en función al genotipo de frijol y maíz.

Davis (1981) indica que la capacidad competitiva para el frijol puede definirse como su rendimiento en asociación como porcentaje de su rendimiento en monocultivo y que la capacidad competitiva se demuestra a través de la interacción genotipo por sistema de cultivo muy fuerte; encontrándose una correlación estrecha entre la capacidad competitiva del frijol y la reducción del rendimiento del maíz y que para frijoles volubles, con la reducción del rendimiento del maíz se puede pronosticar la capacidad competitiva del frijol.

Las evidencias respecto a interacción muestran en general la existencia de una más marcada interacción genotipo de frijol por sistema, y no tanto para genotipo maíz por sistema. Sin embargo, esta situación posiblemente se deba al rango pequeño de variedades de maíz empleadas en tales estudios.

Lépiz (1978), al asociar tres variedades de frijol: N-150 de crecimiento indeterminado y semivoluble, C-107 de crecimiento determinado y erecto y M-150 indeterminado voluble; con tres variedades de maíz (2 híbridos H-28 y H-129 y la variedad Z-28), encontró que las variedades de frijol --

N-150 y C-107 no mostraron interacción al asociarse con cualquiera de los cultivares de maíz. Además, produjeron similar área foliar tanto en monocultivo como en asociación. En cambio, la variedad de frijol N-150 mostró interacción al asociarse con las variedades de maíz, alcanzando la mejor producción en asociación con el híbrido H-28. Esta variedad de frijol mostró menor área foliar en monocultivo sin espaldera, desarrolló área foliar intermedia en asociación.

Davis (1981) en su trabajo sobre relaciones de competencia entre frijol y maíz en sistemas de asociación y sus inferencias para el mejoramiento genético, en el cual empleó cultivares de diferentes hábitos de crecimiento indeterminado (tipos III, IVa y IVb), reportó que los genotipos de frijol más competitivos tienen rendimientos más altos en asociación con maíz y que éstos en monocultivo son menos productivos. Por el contrario las variedades menos competitivas en asociación tendían a ser las más productivas en monocultivo. Además, pudo establecer que las variedades de frijol más competitivas eran las más altas, tardías (menos eficientes) y de hábito tipo IVb.

Francis, *et al* (1977) por el contrario al estudiar la interacción genotipo por ambiente cultural con frijoles volubles, encontró correlación altamente significativa ($r = 0.90$ y $r = 0.81$) para rendimiento en monocultivo y asociación durante dos estaciones de cultivo, concluyendo que no solo era válido seleccionar genotipos de frijol en monocultivo pa-

ra su empleo posterior en asociaciones, sino que era preferible por la mayor precisión con la que se podían identificar - los genotipos superiores y por la mayor cantidad de semilla - que se podría obtener al practicar la selección individual bajo monocultivo.

A estas mismas conclusiones arribaron Francis, *et al* (1977) al trabajar con genotipos de hábito arbustivo determinado.

Pessanha (1980), al estudiar los efectos de las combinaciones de cultivares de frijol en cultivos mixtos bajo diferentes poblaciones de plantas y fertilización, encontró que la competencia intergenotípica comienza a los 20 días después de la emergencia de las plantas y que los cultivares más competitivos en las combinaciones, presentan mayor altura, mayor peso de materia seca total, mayor área foliar y mayor número de semillas por área.

Por su parte Lépiz (1978) y Toala (1976) refiriéndose a los efectos de competencia intergenotípica encontraron que la mayor competencia en la asociación maíz-frijol era por luz. Lépiz (1978) además, indicó que el frijol en asociación mostró un período en que la baja intensidad luminosa, por la presencia del maíz, redujó los rendimientos de grano que el período crítico en la competencia por luz para el caso de la variedad de frijol N-150 (tipo III) se presenta hacia el final de la floración, entre 95 y 115 días después de la siembra.

Paniagua (1977) al efectuar un estudio sobre parámetros de estabilidad para el mayor potencial de rendimiento de frijol cuando se lo cultiva en asociación con el maíz, estableció que el hábito de crecimiento fue la característica más importante que determinó el comportamiento varietal en la mayoría de los ambientes culturales, siendo los genotipos de hábito I, los más estables y los de hábito II los que mejor se adaptaban a los cambios culturales ambientales. Las variedades de hábitos III y IV mostraron respuestas diferenciales. Estos resultados, si se interpreta la asociación con distintos genotipos de maíz como diferentes ambientes culturales, coincidirían con las investigaciones de Davis (1981) y Lépiz (1978) quienes encontraron interacción entre genotipos volubles de frijol y maíz.

Laing (1978) analizando los resultados obtenidos -- con 20 híbridos de maíz en dos estaciones, asociado con dos genotipos de frijol (tipo II arbustivo indeterminado y tipo IV trepador indeterminado), encontró que la mayoría de los híbridos de maíz redujeron sus rendimientos al asociarse con el frijol tipo IV en ambas estaciones. En cambio, al asociar los con el frijol tipo II, en la primera estación hubo disminución y en la segunda estación aumentos significativos. Además, estableció correlaciones negativas en ambas estaciones (-0.89 y -0.70) entre los rendimientos de maíz-frijol tipo II asociados. En consecuencia, una variedad de maíz de alto rendimiento, asociada a un frijol tipo II, tiende a reducir el rendimiento de éste.

Desir (1975), evaluó los efectos del hábito de cre-

cimiento del frijol en la asociación con maíz y determinó que el frijol trepador en asociación rindió más cuando se lo cultivó con el maíz de alto crecimiento, mientras que el frijol arbustivo produjo más con el maíz de bajo crecimiento. Adicionalmente, encontró que las variedades de maíz y frijol de bajo crecimiento ofrecen un mayor potencial de producción tanto en monocultivo como en asociación, debido a su gran capacidad para responder a una población de plantas más grandes.

Clark (1978) indica que el grado de interacción y la subsecuente reducción en el rendimiento entre cultivos asociados depende en parte de la superposición temporal de sus ciclos de crecimiento. Las diferencias morfológicas como tamaño de follaje, volumen del sistema radical y densidades de población que presenten los genotipos de las especies frijol-maíz asociados, determinan si la interacción será igual o menor con un cultivo claramente dominante. Además, la diferencia de altura entre el frijol y el maíz y la variación en el parámetro de altura entre los hábitos de crecimiento ocasionó asociaciones de los cultivos que variaban de la casi igualdad a dominante represivo.

Davis (1978), al examinar metodologías para el mejoramiento de frijol voluble bajo intensa competencia con maíz encontró que el tipo IVb (hábito trepador vigoroso con más de 2 metros de altura, y carga de vainas en la parte alta de la planta) es el mejor para asociaciones con maíz alto. Además,

este tipo de frijol es el más rendidor y también es el más -- tardío a la floración y madurez y por ello causan las reduc-- ciones más grandes en el rendimiento del maíz. El frijol ti-- po IVa (trepador de 1.5 a 2.0 metros de altura, poca ramifi-- cación y vainas repartidas a todo lo largo de la planta) para sistemas de relevo con maíz y monocultivo, cuando el soporte es fuerte y el tipo IIIb (trepador facultativo con menos de - 1.5 metros, baja ramificación y carga de vainas en la parte - baja de la planta) para asociación con maíz de soporte pobre, bajo o a densidad baja. Para el caso de maíces, Davis (1981) dice que las variedades más competitivas de maíz también son de porte alto. Variedades más precoces y de porte bajo de-- muestran posibilidades interesantes para la asociación, pero deben poseer resistencia a acame de tallo.

Sin embargo, el mismo autor indica que para maíz no se ha observado una interacción genotipo por sistema, aunque es muy probable que exista, si se utilizara un rango más am-- plio de variedades.

Las variedades de maíz: Suwan-1 y La Posta, ambas de igual productividad en monocultivo, en asociación La Pos-- ta rindió más y el rendimiento del frijol correspondiente -- más bajo indicando que esta variedad de maíz fue más competi-- tiva.

III. MATERIALES Y METODOS

El experimento de selección simultánea maíz-frijol en siembra asociada, se estableció en los campos experimentales del CIAT en Palmira, Colombia, ubicado a 3°31' latitud N y 76°22' longitud Oeste, a 1001m de altitud, con una precipitación de 1000 mm. por año y 24.6°C de temperatura promedio. El suelo en el cual se realizó la siembra fue de textura franco arcillosa con pH de 6.9.

Materiales genéticos.

Siendo el principal objetivo de la presente investigación, probar la validez del método de selección de genotipos de frijol específicamente para siembras asociadas y medir el grado de interacción genotipo frijol y maíz por sistema, se planeó el experimento de manera tal que en él se incluyera un grupo numeroso y diverso de genotipos de frijol (diversidad de hábitos de crecimiento, productividad, precocidad, altura, color, etc.), tanto en monocultivo como en asociación con maíces de alguna diversidad en altura, precocidad, arquitectura y productividad.

Con este objeto se seleccionaron y agruparon los siguientes materiales genéticos:

Genotipos de frijol.

Se seleccionaron 150 genotipos de frijol, los mismos que fueron agrupados en base a los siguientes criterios:

Hábito I. Incluye 50 genotipos de plantas de hábito arbustivo y crecimiento determinado (clasificación CIAT -- 1974, 1977). Estos genotipos fueron elegidos del Banco de -- Germoplasma del CIAT y en él se incluyeron genotipos de diverso color, altura de planta, precocidad y productividad. Con los 50 genotipos se formaron 10 grupos cada uno con 5 genotipos. Las características de éstos genotipos se encuentran en el Cuadro 1.

Hábitos II y III. Incluye 50 líneas F_3 (progenies de plantas individuales F_2) de los tipos II y III (hábitos de crecimientos indeterminados erecto y postrado respectivamente). Fueron seleccionados y agrupados en 10 familias cada una con 5 líneas a partir de materiales segregantes obtenidos por el Programa de Mejoramiento II del CIAT (Cuadro 2). Previamente a la siembra se determinó el peso de 100 semillas a cada línea.

Hábito IV. Incluye 50 líneas F_3 del tipo IV (hábito de crecimiento indeterminado trepador), agrupados en 10 familias con 5 líneas cada una y seleccionadas a partir de materiales segregantes del Programa de Mejoramiento III del CIAT. Los criterios de selección de estas familias y líneas fueron: se seleccionaron las 5 familias que en promedio tuvieran el -

CUADRO 1. CARACTERISTICAS DE LOS GENOTIPOS DE FRIJOL HABITO I (TIPO I).

Identificación	Código	Nombre	Proc. Origen	Color de grano	Rendimiento estimado ¹
G 00223	H ₁ f ₁ l ₁	PI 169 740	USA - TUK	Blanco	Bajo
G 00319	H ₁ f ₁ l ₂	PI 169 884	USA - TUK	"	Bajo
G 01456	H ₁ f ₁ l ₃	PI 264 143	USA - TUK	"	Bajo
G 13289	H ₁ f ₁ l ₄	Michigan Pea Bean	JAP - DESC	"	Medio
G 13290	H ₁ f ₁ l ₅	OTEBO COB 2116	JAP - DESC	"	Bajo
G 00305	H ₁ f ₂ l ₁	PI 167 849	USA - TUK	"	Medio
G 00317	H ₁ f ₂ l ₂	PI 167 879	USA - TUK	"	Medio
G 00322	H ₁ f ₂ l ₃	PI 169 890	USA - TUK	"	Alto
G 00342	H ₁ f ₂ l ₄	PI 169 920 Kasak	USA - TUK	"	Medio
G 00420	H ₁ f ₂ l ₅	PI 173 027	USA - TUK	"	Alto
G 00093	H ₁ f ₃ l ₁	PI 150 948 Canario	USA - MEX	Amarillo	Bajo
G 02190	H ₁ f ₃ l ₂	PI 309 709 Canario	BRZ - MEX	"	Bajo
G 05704	H ₁ f ₃ l ₃	Canario Divex	PER - PER	"	Bajo
G 01274	H ₁ f ₃ l ₄	PI 203 929	USA - MEX	"	Bajo
G 01230	H ₁ f ₃ l ₅	PI 197 223	USA - MEX	"	Medio
G 00094	H ₁ f ₄ l ₁	PI 150 956	USA - MEX	"	Medio
G 05687	H ₁ f ₄ l ₂	PI 313 748	USA - MEX	"	Alto
G 03648	H ₁ f ₄ l ₃	Canario 101-813	VEZ - MEX	"	Medio
G 13210	H ₁ f ₄ l ₄	Irotsuki-Irigen	JAP - DESC	"	Alto
G 13220	H ₁ f ₄ l ₅	Tolima	JAP - DESC	"	Medio
G 04473	H ₁ f ₅ l ₁	Titan	CHL - CHL	Cremas	Bajo
G 01482	H ₁ f ₅ l ₂	PI 278 668	USA - USA	"	Bajo
G 01292	H ₁ f ₅ l ₃	PI 207 134 Uribe redondo	USA - CLB	"	Bajo
G 05481	H ₁ f ₅ l ₄	Cacahuate 72	MEX - MEX	"	Bajo
G 03613	H ₁ f ₅ l ₅	Valle 17I-650	VEZ - CLB	"	Bajo
G 00721	H ₁ f ₆ l ₁	PI 186 496	USA - CAM	"	Medio
G 03804	H ₁ f ₆ l ₂	Bolivia 6 I 1095	VEZ - BOL	"	Medio
G 00098	H ₁ f ₆ l ₃	Cristal Bayo	USA - CHL	"	Medio
G 00643	H ₁ f ₆ l ₄	Barbunya	USA - TUK	"	Medio
G 13330	H ₁ f ₆ l ₅	Tsunetomi-Nag-Uzura	JAP - DESC	"	Bajo
G 03601	H ₁ f ₇ l ₁	Red Kidney Shell	VEZ - USA	Rojos	Medio
G 13259	H ₁ f ₇ l ₂	Boliviano 2	JAP - DESC	"	Alto
G 13349	H ₁ f ₇ l ₃	Arabian calentouna	JAP - DESC	"	Bajo
G 13255	H ₁ f ₇ l ₄	Fig Bean	JAP - DESC	"	Bajo
G 05708	H ₁ f ₇ l ₅	Sangre de Toro	CLB - CLB	"	Medio
G 13314	H ₁ f ₈ l ₁	Kidney Bean	JAP - DESC	"	Alto
G 13922	H ₁ f ₈ l ₂	Línea 24	CLB - CLB	"	Alto
G 03597	H ₁ f ₈ l ₃	Diacol Nima	CLB - CLB	"	Alto
G 04452	H ₁ f ₈ l ₄	ICA Gualí	CLB - CLB	"	Alto
G 04494	H ₁ f ₈ l ₅	Diacol Calima	CLB - CLB	"	Medio
G 01296	H ₁ f ₉ l ₁	Caraota Negra	USA - CLB	Negros	Bajo
G 02923	H ₁ f ₉ l ₂	PI 326 346	USA - ELS	"	Bajo
G 01659	H ₁ f ₉ l ₃	PI 300 680	USA - CHL	"	Bajo
G 03739	H ₁ f ₉ l ₄	1015 13 N Mommarch	VEZ - FRC	"	Bajo
G 03526	H ₁ f ₉ l ₅	Veracruz 56	MEX - MEX	"	Bajo
G 03742	H ₁ f ₁₀ l ₁	Black Marvel	USA - USA	"	Medio
G 03802	H ₁ f ₁₀ l ₂	Venezuela 74	VEZ - VEZ	"	Alto
G 05201	H ₁ f ₁₀ l ₃	Brasil 1074-Mex 523	BRZ - MEX	"	Alto
G 03879	H ₁ f ₁₀ l ₄	Sucre 5	VEZ - VEZ	"	Alto
G 03631	H ₁ f ₁₀ l ₅	Mogul	VEZ - BRZ	"	Medio

¹ Estimado en base a la escala de producción que se consigna en los libros de ensayos preliminares e IBYAN del CIAT.

CUADRO 2. GENEALOGIA Y CARACTERISTICAS DE LOS GENOTIPOS (LINEAS F₃ DE FRIJOL DE HABITO II (TIPO II Y III)).

Cruzamiento	Genealogía Línea F ₃	Código	Color	Peso 100 semillas g.	Hábito
BAT 1155 x (BAT 863 x CC4640)	FB 7508-1	H ₂ f ₁ l ₁	rosado	14.0	2
	-11	H ₂ f ₁ l ₂	rojo	13.3	2
	-21	H ₂ f ₁ l ₃	rojo	14.0	2
	-25	H ₂ f ₁ l ₄	rojo	18.6	2
	-14	H ₂ f ₁ l ₅	rojo	16.6	2
G 13500 x (BAT 93 x CC4440)	FB 7524-5	H ₂ f ₂ l ₁	blanco	20.3	2
	-11	H ₂ f ₂ l ₂	negro	13.4	2
	-17	H ₂ f ₂ l ₃	negro	18.2	2
	-19	H ₂ f ₂ l ₄	negro	20.4	2
	-22	H ₂ f ₂ l ₅	negro	23.2	2
BAT 64 x DOR 62	DR 7635-2	H ₂ f ₃ l ₁	negro	18.0	2
	-11	H ₂ f ₃ l ₂	negro	15.6	2
	-12	H ₂ f ₃ l ₃	negro	20.4	2
	-13	H ₂ f ₃ l ₄	negro	20.6	2
	-14	H ₂ f ₃ l ₅	negro	18.4	2
BAT 448 x G 14023	TG 7657-6	H ₂ f ₄ l ₁	negro	21.0	2
	-8	H ₂ f ₄ l ₂	negro	23.0	2
	-9	H ₂ f ₄ l ₃	negro	20.3	2
	-15	H ₂ f ₄ l ₄	negro	23.3	2
	-23	H ₂ f ₄ l ₅	negro	20.0	2
A 40 x (BAT 863 x CC4640)	FB 7516-1	H ₂ f ₅ l ₁	rojo	17.0	2
	-3	H ₂ f ₅ l ₂	rojo	15.6	2
	-13	H ₂ f ₅ l ₃	rojo	15.0	2
	-22	H ₂ f ₅ l ₄	rojo	13.2	2
	-25	H ₂ f ₅ l ₅	rojo	18.0	2
BAT 7 x G 14023	TG 7653-4	H ₂ f ₆ l ₁	negro	22.0	3/2
	-6	H ₂ f ₆ l ₂	negro	22.0	2
	-1	H ₂ f ₆ l ₃	negro	21.6	2
	-8	H ₂ f ₆ l ₄	negro	24.0	3/2
	-11	H ₂ f ₆ l ₅	negro	20.1	2
BAT 64 x EMP 90	FB 7739-3	H ₂ f ₇ l ₁	negro	16.0	2
	-4	H ₂ f ₇ l ₂	negro	20.3	2
	-5	H ₂ f ₇ l ₃	negro	24.9	3
	-6	H ₂ f ₇ l ₄	negro	20.8	3
	-7	H ₂ f ₇ l ₅	negro	22.4	3
BAT 1225 x (P 692 x FF 3092)	FB 7553-10	H ₂ f ₈ l ₁	rojo-crema	19.5	3/2
	-11	H ₂ f ₈ l ₂	rojo-crema	20.5	3/2
	-13	H ₂ f ₈ l ₃	rojo-crema	19.4	3/2
	-14	H ₂ f ₈ l ₄	rojo-crema	17.0	3/2
	-22	H ₂ f ₈ l ₅	rojo-crema	22.0	3/2
G 13500 x (BAT 47 x BAT 1155)	FB 7525-11	H ₂ f ₉ l ₁	negro	16.2	3
	-13	H ₂ f ₉ l ₂	blanco	12.8	3
	-16	H ₂ f ₉ l ₃	blanco	14.0	3
	-12	H ₂ f ₉ l ₄	negro	20.0	3
	-5	H ₂ f ₉ l ₅	negro	20.1	3
BAT 84 x (BAT 825 x BAT 47)	FB 7740-4	H ₂ f ₁₀ l ₁	rojo	17.9	3
	-8	H ₂ f ₁₀ l ₂	rojo	18.8	3
	-11	H ₂ f ₁₀ l ₃	rojo	16.4	3
	-13	H ₂ f ₁₀ l ₄	rojo	18.8	3
	-10	H ₂ f ₁₀ l ₅	rojo	17.2	3

CUADRO 3. GENEALOGIA Y CARACTERISTICAS DE LOS GENOTIPOS (LINEAS F₃) DE FRIJOL DE HABITO III (TIPO IV).

Cruzamiento		Genealogía Línea F ₃	Código	Color	Peso 100 semillas	Núm. Sem. x Planta	# Sem. 5 líneas	Promedio Fam.	Productividad estimada
P 167	x V 7918	7948-16	H ₃ f ₁ l ₁	rojo	28.7	805	731	495	Buena
		-18	H ₃ f ₁ l ₂	rojo	29.0	748			"
		-120	H ₃ f ₁ l ₃	café	26.8	713			"
		-129	H ₃ f ₁ l ₄	café	24.4	618			"
		-131	H ₃ f ₁ l ₅	café	26.2	770			"
P 167	x V 7920	7949-12	H ₃ f ₂ l ₁	rojo	31.8	605	709	457	"
		-14	H ₃ f ₂ l ₂	rojo	27.0	578			"
		-118	H ₃ f ₂ l ₃	rojo-café	30.0	736			"
		-136	H ₃ f ₂ l ₄	café rosado	24.8	784			"
		-138	H ₃ f ₂ l ₅	café	27.8	340			"
P 167	x V 79119	7950-119	H ₃ f ₃ l ₁	rojo	27.0	660	710	429	"
		-136	H ₃ f ₃ l ₂	rojo	25.7	618			"
		-150	H ₃ f ₃ l ₃	rojo	24.4	770			"
		-153	H ₃ f ₃ l ₄	rosado	22.0	709			"
		-161	H ₃ f ₃ l ₅	amarillo	25.5	800			"
P 523	x V 7920	7953-12	H ₃ f ₄ l ₁	rojo	29.2	670	659	375	"
		-115	H ₃ f ₄ l ₂	rojo	29.8	525			"
		-124	H ₃ f ₄ l ₃	rojo	28.5	655			"
		-165	H ₃ f ₄ l ₄	rojo	27.7	680			"
		-166	H ₃ f ₄ l ₅	rojo	25.8	765			"
G 2025	x V 7920	7967-14	H ₃ f ₅ l ₁	rojo	26.4	840	695	373	"
		-15	H ₃ f ₅ l ₂	rojo	22.1	630			"
		-16	H ₃ f ₅ l ₃	rojo	27.2	620			"
		-125	H ₃ f ₅ l ₄	morado	26.2	725			"
		-130	H ₃ f ₅ l ₅	morado	29.8	660			"
P 523	x V 7910	7951-11	H ₃ f ₆ l ₁	rojo	23.8	287	241	204	Baja
		-16	H ₃ f ₆ l ₂	rojo	31.2	173			"
		-17	H ₃ f ₆ l ₃	rojo	25.0	247			"
		-18	H ₃ f ₆ l ₄	rosado	36.1	282			"
		-19	H ₃ f ₆ l ₅	morado	29.4	217			"
P 523	x V 7913	7952-113	H ₃ f ₇ l ₁	rojo	33.3	257	240	260	"
		-135	H ₃ f ₇ l ₂	rojo	30.5	207			"
		-136	H ₃ f ₇ l ₃	rojo	28.5	245			"
		-137	H ₃ f ₇ l ₄	rojo	32.3	225			"
		-138	H ₃ f ₇ l ₅	rosado	34.9	234			"
P 523	x V 7933	7954-111	H ₃ f ₈ l ₁	morado	25.5	200	207	300	"
		-129	H ₃ f ₈ l ₂	morado	27.9	219			"
		-130	H ₃ f ₈ l ₃	morado	20.1	201			"
		-131	H ₃ f ₈ l ₄	rojo	34.9	195			"
		-132	H ₃ f ₈ l ₅	morado	25.9	230			"
G 2016	x V 79119	7964-111	H ₃ f ₉ l ₁	rojo	28.0	240	232	285	"
		-112	H ₃ f ₉ l ₂	rojo	24.9	240			"
		-113	H ₃ f ₉ l ₃	rojo	29.2	245			"
		-114	H ₃ f ₉ l ₄	rojo	27.1	220			"
		-115	H ₃ f ₉ l ₅	rojo	25.8	215			"
G 2025	x V 7933	7968-11	H ₃ f ₁₀ l ₁	rojo	26.7	290	247	257	"
		-13	H ₃ f ₁₀ l ₂	morado	25.8	275			"
		-16	H ₃ f ₁₀ l ₃	rojo	33.1	230			"
		-17	H ₃ f ₁₀ l ₄	rojo	25.8	225			"
		-18	H ₃ f ₁₀ l ₅	rojo	28.5	215			"

mayor número de semillas por planta y por otro lado, las familias que tuvieran el menor número de semillas por planta. En segundo lugar, se seleccionaron dentro de cada familia 5 líneas. Para el grupo de familias de alto rendimiento se eligieron las 5 líneas que contaron con el mayor número de semillas por planta y para el grupo de familias de bajo rendimiento las 5 líneas tuvieron el menor número de semillas por planta dentro de cada familia (Cuadro 3). Previamente a la siembra se determinó el peso de 100 semillas y en base a este dato y el número de semillas por planta se determinó el rendimiento de la planta individual.

Genotipos de maíz.

El estudio incluyó 3 variedades de maíz de polinización abierta proporcionadas para el Programa de Mejoramiento de Maíz del CIMMYT-CIAT. Las características principales de los tres genotipos bajo las condiciones de CIAT son:

- a). La Posta. Ciclo vegetativo 120-130 días, altura 2.90 m. y rendimiento 7.0 ton/ha. en monocultivo, en general la planta es vigorosa.
- b). Suwan-1. Ciclo vegetativo 110-115 días, altura de planta 2.65 m. y rendimiento 6.0-6.5 ton/ha.
- c). Población-30. Ciclo vegetativo 100-105 días, altura de planta 200-210 m. con rendimiento de 6.0 ton/ha.

Diseño Experimental.

Parcelas sub-divididas con 3 factores (2 con distribución jerárquica) con 2 repeticiones:

Tratamientos.

Parcelas principales: 3 hábitos de crecimiento de frijol:

- = H1, 10 grupos de frijol cada uno con 5 variedades de hábito tipo I (arbustivo determinado).
- = H2, 10 familias de frijol cada una con 5 líneas F₃ de hábitos tipo II y III (crecimientos indeterminados erecto y prostrado respectivamente).
- = H3, 10 familias de frijol cada una con 5 líneas F₃ de hábito tipo IV (indeterminado trepador).

Sub-parcelas: 4 sistemas de cultivo.

- = A₀ Monocultivo frijol.
- = A₁ Asociación maíz La Posta con los 150 genotipos de frijol
- A₂ Asociación maíz Suwan-1 con los 150 genotipos de frijol.
- A₃ Asociación maíz Población-30 con los 150 genotipos de frijol.

Sub-parcelas: familias de frijol y monocultivo -- maíces.

- = 10 familias de frijol anidadas dentro de cada hábito.
- Se incluyó el monocultivo maíz como borde de 6 camas a cada lado de la sub-parcela de 10 familias de frijol.

Sub-sub-parcelas: 5 líneas de frijol.

- = 5 líneas de frijol anidadas dentro de cada familia.

El arreglo de campo se muestra en las Figuras 1 y 2.

2	4	1	2	3	5	4	5
3	1	3	5	4	5	1	2
5	5	3	3	1	2	4	3
1	3	4	4	1	2	4	2
4	2	2	1	5	4	3	3

5	1	4	2	2	5	1	3
2	3	3	3	5	1	2	2
3	2	1	2	1	5	2	4
1	5	5	5	1	3	5	5
4	4	2	4	3	1	4	5

1	4	5	5	2	5	2	3
2	5	2	4	3	4	3	1
3	2	3	3	2	1	2	3
4	1	4	2	4	5	1	4
5	3	1	1	3	4	3	4

2	4	1	2	3	5	4	5
3	1	3	5	4	5	1	2
5	5	3	3	1	2	4	3
1	3	4	4	1	2	4	2
4	2	2	1	5	4	3	3

1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5

2	2	3	5	2	3	1	1
5	5	1	5	2	3	2	3
3	1	2	4	2	4	5	4
1	4	2	4	1	2	4	2
4	3	5	3	1	5	4	5

1	5	5	4	5	4	2	2
2	3	3	4	2	2	1	5
4	2	2	3	5	3	2	1
5	4	4	2	1	5	2	1
3	1	5	3	1	4	3	2

4	2	4	2	1	2	4	5
3	1	5	2	5	1	4	3
1	5	3	1	5	4	2	3
2	4	5	4	4	3	2	2
5	3	2	3	3	1	5	1

1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5

1	3	1	5	1	4	5	3
4	1	2	4	5	2	2	1
5	5	3	1	4	2	3	1
2	2	4	3	2	1	4	4
3	4	5	2	3	3	1	5

5	2	5	1	1	2	5	2
3	1	4	2	4	4	3	4
2	4	1	5	1	1	5	1
5	5	2	4	2	5	4	1
1	3	3	3	3	2	3	5

4	4	5	1	4	3	5	1
2	3	4	5	2	5	2	2
1	3	5	1	3	1	4	4
5	5	2	2	5	2	3	4
3	2	1	3	4	1	4	1

1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5

1	4	1	8	2	9	6	5
1	3	1	5	1	4	5	3
4	1	2	4	5	2	2	1
5	5	3	1	4	2	3	1
2	2	4	3	2	1	4	4

1	2	1	2	3	5	2	1
2	5	5	5	2	3	4	2
4	4	2	1	1	5	3	4
3	1	3	4	2	4	2	5
5	3	4	3	4	3	1	5

5	5	3	3	4	3	2	1
4	3	1	4	3	5	1	4
3	4	4	1	5	1	3	5
1	2	5	2	2	4	4	2
2	1	2	5	1	2	5	3

1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5

3	5	2	2	1	3	5	1
5	1	5	5	4	2	1	3
2	2	3	3	3	5	4	1
1	4	1	4	2	1	3	5
4	3	1	5	2	1	3	5

2	1	2	4	2	3	2	3
4	2	1	5	1	4	5	2
5	5	4	5	4	1	5	3
1	3	2	3	2	1	4	3
3	4	5	3	1	4	4	5

3	2	2	5	1	4	5	4
1	4	3	1	4	5	2	5
4	5	4	3	2	3	2	4
5	3	5	2	2	1	4	1
2	1	1	3	5	3	1	3

1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5

4	10	1	7	5	6	8	2
3	2	4	5	3	1	1	5
4	5	3	2	1	2	5	3
1	3	1	4	5	3	2	2
5	4	5	2	3	4	4	3

1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5

2	2	5	3	1	4	5	2
5	3	3	2	2	1	1	5
4	5	1	5	4	3	3	3
1	4	4	3	5	2	2	4
5	2	4	1	4	5	4	1

H_2

H_1

H_3

H_2

H_1

H_3

Tamaño de las parcelas:

- = Parcela principal: 7 m. de ancho x 80 m. de largo.
 área neta: 5.0 m. x 64.0 = 320 m²
 - = Sub-parcelas : 7 m. de ancho x 20 m. de largo.
 área neta: 5.0 m. x 16 m. = 80 m²
 - = Sub-sub-parcelas : 1 surco de 7 m. de largo para frijol mo-
 nocultivo y asociación.
 área neta: 1.0 m. x 5.0 m. = 5 m²
 10 surcos de 7 m. de largo para maíz.
 área neta: 6 m. x 5 m. = 30 m²
 - = Sub-sub-parcelas : 1 parcela de 1 m. x 1 m.
 área neta: 1.0 m²
- Area total del experimento: 50 m. x 80 m. = 4000 m²

Sistema de siembra.

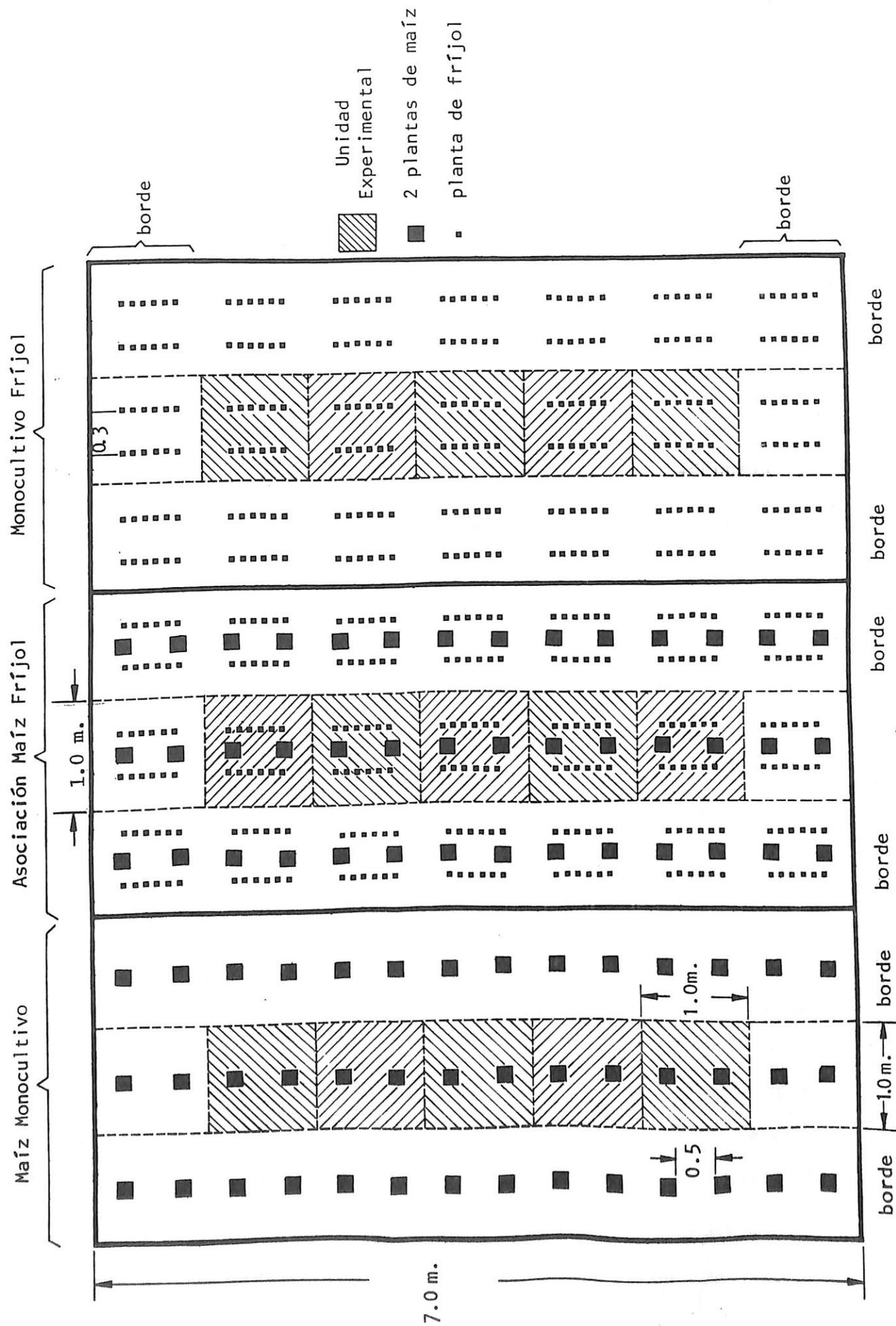
La siembra para el maíz y el frijol asociados y monocultivos se realizó el 22 y 23 de Marzo de 1982, en forma simultánea y sobre camas distanciadas a 1.0 m. Se emplearon las poblaciones de 40,000 y 120,000 plantas por hectárea para el maíz y el frijol respectivamente, tanto en los monocultivos como en las asociaciones.

Siembra para el maíz. Tanto en monocultivo como en asociación se sembró en matas de dos plantas distanciadas a 0.50 m. entre matas sobre las camas y 1.0 m. entre camas.

Siembra para el frijol. En asociación por cada dos matas de maíz y en dos hileras distanciadas a 15 cm. a cada lado del eje central de la cama (dejando al centro los maices

FIGURA 2. DETALLES DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO. SELECCION SIMULTANEA MAIZ - FRÍJOL.

CIAT PALMIRA, 1982.



se distribuyeron 16 semillas de frijol para ralea a 12 plantas).

En monocultivo se distribuyó en igual forma exceptuando el maíz (ver detalles en la Figura 2). Unicamente el monocultivo de hábito tipo IV llevó espaldera construida en base a postes de 2.00 m. de bambú, alambres y cuerdas de polipropileno.

Durante la siembra se cuidó de mantener la individualidad de las líneas mediante la separación de aproximadamente 30 a 40 cm. entre línea y línea dentro de la misma familia (ver Figura 2).

Los monocultivos de maíz fueron ubicados en los extremos de cada 10 familias de frijol y luego del borde que se dispuso para el frijol, con el objeto de minimizar el efecto de borde. Se sembraron 5 surcos de maíz monocultivo a cada lado dentro de cada sistema, de los cuales se evaluaron los 3 centrales de cada lado con objeto de estimar mejor el rendimiento del monocultivo maíz.

Desarrollo del Experimento.

Operaciones de campo. Durante la conducción del experimento se aplicaron unicamente dos riegos; el primero pre-siembra y el segundo durante la maduración de los maices y frijoles tardíos. No hubo necesidad de mayor número de riegos por la abundante y uniforme distribución de las lluvias.

Se efectuaron además, aplicaciones de fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas cuyo detalle es el siguiente:

a). Aplicación de fertilizantes. Al momento de la siembra se aplicaron 200 kg./ha. de la fórmula completa 10-30-10 por sitios y en bandas para el maíz y frijol respectivamente. Durante la prefloración del frijol se aplicó el fertilizante foliar "Coljap desarrollo" del grado 30-76 más "Coljap florescencia" del grado 5-25-15 en disolución al 1% y en dosis de 4 kg/ha. de cada uno.

Durante el llenado de vainas se aplicó el fertilizante foliar "Coljap producción" del grado 5-15-30 en dosis de 4 kg/ha.

b). Aplicación insecticidas y fungicidas. Durante la siembra se aplicó Furadán 3G granulado por sitios para el maíz y en bandas para el frijol en dosis de 22.5 kg/ha. de p.c.

A los 7 días de la emergencia de las plántulas se aplicó al suelo 10 kg/ha. de Aldrin en polvo 2.5% en sitios y bandas.

A los 30 días de la siembra del maíz se aplicó Hostathion granulado al 2% al cogollo en dosis de 10 kg/ha.

Se hicieron dos aplicaciones de la mezcla Azodrin 600 más Lannate y Kocide 101 P.M. en dosis de 1 kg/ha., 0.5 kg/ha. y 2.5 kg/ha. respectivamente.

c). Control de malezas. Inmediatamente concluida la siembra se aplicó el herbicida pre-emergente Afalón P.M. en dosis de 3.0 kg./ha.

A los 30 días de la siembra se efectuó un deshierbe manual. Durante todo el período de desarrollo de guías en frijoles de hábitos tipo II, III y IV se cuidó de mantener la individualidad de las líneas, evitando que las guías de una línea invadieran a las líneas contiguas.

Toma de Datos.

Los datos registrados incluyen las variables siguientes

1. Altura de planta en frijol. Se registró la altura media alcanzada por el brote terminal de la planta a los 25, 45 y 65 días. En los hábitos de crecimiento indeterminado para la medición, se extendió la guía.
2. Altura de copa de frijol. Para su registro se consideró la altura media del follaje más abundante conformado por hojas completamente desarrolladas a los 45 y 65 días.
3. Días a floración. Registrado en base al número de días transcurridos desde el día de la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada parcela inician su floración.
4. Días a madurez fisiológica. Fue registrado en base al número de días transcurridos entre la siembra y el momento en que el 50% de las vainas cambian de coloración o muestran signos de inicio de madurez.

5. Número de nudos por planta. Esta variable y las dos siguientes (número de ramas y nudos por rama), fueron registradas únicamente en los monocultivos de frijol y en el momento en que ingresaban a madurez fisiológica.
6. Número de ramas. Se consideraron únicamente las ramas con más de dos nudos.
7. Número de nudos por rama. Para su registro se tomó una rama al azar y se contaron sus nudos.
8. Tamaño del folíolo. Se tomaron tres folíolos centrales al azar y fueron elegidos en tres estratos; en la parte superior, media e inferior de la copa. La muestra fue tomada en el momento en que ingresaban a la madurez fisiológica y en folíolos completamente desarrollados. Para su medición los folíolos una vez acomodados entre dos láminas de plástico fueron medidos por un aparato electrónico de lectura directa en cm^2 .
9. Peso seco de los folíolos. Determinado en base a los mismos tres folíolos. Para ello se sometieron a secamiento en horno a 50°C durante tres días. Al cabo de los mismos se enfriaron en ambiente seco y fresco y pesados en balanza analítica electrónica en centésimas de grano.
10. Número de vainas por m^2 . Fue determinado en el momento de la cosecha y considerando únicamente vainas con semillas desarrolladas.
11. Semillas por vaina. Se tomaron 10 vainas al azar y se --
contaron el número de semillas desarrolladas.

00626

U.A.A.A.N.

12. Peso de 100 semillas. Se contaron 100 semillas, se pesaron y se ajustó el peso al 14% de humedad.
13. Rendimiento de grano de frijol. Ajustado al 14% de humedad luego de trillar a mano.
14. Eficiencia en frijol. Fue registrado en base a una escala visual de 1 a 5 correspondiendo el 1 a la planta más eficiente. Se consideró planta eficiente, a aquella que con poco follaje dió carga de vainas abundantes. Se efectuó la lectura en la madurez fisiológica.

Datos registrados en maíz:

1. Altura de planta. Se midieron las plantas desde la superficie del suelo hasta el extremo superior de las hojas o la espiga segun se haya tomado a los 25, 45 y 65 días.
2. Días a floración. Registrado cuando el 50% de las plantas de la parcela iniciaron la antesis.
3. Días a madurez fisiológica. Registrado en base al número de días transcurridos entre la siembra cuando en las hojas inferiores empezó la senescencia.
4. Número de hojas. Registrado una vez concluida la floración.
5. Area foliar. Se midió el largo y ancho de la hoja de la mazorca y multiplicado por el factor 0.75, registrado durante el inicio de la maduración.

6. Peso seco de la lámina foliar. Fue registrado cuando el grano entró a su fase de masa, para ello se quitó la hoja de la mazorca y se determinó el peso en forma similar a la del frijol.
7. Tendimiento de raíz. Registrado durante la madurez fisiológica, considerando el número de plantas con inclinación mayor a los 30° con la vertical y expresado en porcentaje.
8. Tendimiento de tallo. Registrado al mismo tiempo que la anterior variable. Se consideró planta tendida a aquella que presentó el tallo roto o doblado a más de 40 cm. del suelo y expresado en porcentaje.
9. Rendimiento de maíz. Para medir el rendimiento se cosecharon las mazorcas de la parcela, se pesaron y ajustó el rendimiento al 14% de humedad.

Análisis de Varianza.

Los análisis de varianza para las variables tanto del maíz como del frijol fueron realizados en la Unidad de Biometría del CIAT. Se tomó particular interés en el análisis de varianza para rendimiento y en observar los efectos de las interacciones genotipos y sistemas.

Análisis de Regresión y Correlación.

Con los datos de la producción de semilla de frijol en gr. por planta de la F_2 y la producción por m^2 de sus progenies F_3 , se efectuó un análisis de regresión y correlación tanto a nivel de familia como a nivel de líneas. Este análisis fue aplicado únicamente en los genotipos de hábito IV en razón a que únicamente en este hábito se contaba con registro de la producción de semilla de la generación F_2 .

Se efectuaron análisis de regresión y correlación para peso de 100 semillas de la generación F_2/F_3 , tanto en los frijoles de hábito II, III y IV con objeto de estimar el grado de heredabilidad de dicho carácter.

Con los rendimientos de frijol en monocultivo y los del frijol en asociación con los 3 maíces se efectuaron los análisis de correlación para cada hábito.

Uso Equivalente de la Tierra.

Se efectuaron los cálculos para establecer los índices de uso equivalente de la tierra en todos los sistemas asociados a nivel de hábito y familia y sus interacciones.

Rendimiento Equivalente.

Se determinó en base a la relación de precios F:M más prevalente en los países latinoamericanos que corresponde a 3:1 y asumiendo que los costos de producción son similares para los monocultivos y los asociados, excepto para el monocultivo frijol hábito IV que lleva espaldera.

IV. RESULTADOS

1. Resultados para Maíz.

1.1 Características de los genotipos de maíz en monocultivo.

Las características morfológicas y de rendimiento para los tres maíces en monocultivo se presentan en el Cuadro 4. De él se aprecian las marcadas diferencias en precocidad entre los tres genotipos de maíz, hecho que se refleja en las diferencias altamente significativas observadas en el análisis de varianza del Cuadro 8, para las variables: días a floración y madurez. De estos tres genotipos La Posta fue el más tardío; Suwan-1 intermedio y Población-30 el más precoz. Las diferencias en precocidad entre una y otra variedad son de aproximadamente 10 días.

Para la variable altura de planta, se presentó una situación similar. Las diferencias entre los tres genotipos fueron altamente significativas (Cuadro 8). La Posta fue el más alto con 3.04 m.; Suwan-1 intermedio con 2.76 m. y Población-30 el más bajo con 2.57 m. Paralelamente a estas diferencias en altura, se observaron diferencias notables en cuanto a la velocidad de crecimiento se refiere. La tasa más alta de crecimiento hasta los 25 y 45 días correspondió al maíz más precoz y de porte más bajo, es decir, a Población-30 (Cuadro 4). Suwan-1, tuvo hasta ese período tasas inter-

CUADRO 4. CARACTERISTICAS DE LOS MAICES EN MONOCULTIVO

	<u>La Posta</u>	<u>Suwan</u>	<u>Población 30</u>
Altura de planta a 25 días, cm.	55	59	62
Altura de planta a 45 días, cm.	214	222	238
Altura de planta a 65 días, cm.	304	276	257
Tasa de crec. 5-25 días, mm.	28	30	31
Tasa de crec. 25-45 días, mm.	79	81	88
Tasa de crec. 45-65 días, mm.	45	28	10
No. de hojas	16	15	13
Días a floración	64	54	48
Días a madurez	115	103	92
Tamaño de la hoja de maz. cm ²	799	710	660
Peso de 100 cm ² en cg.	72	74	64
Rendimiento en kg/ha.	5023	4696	4345

medias y La Posta la tasa más lenta de crecimiento. Sin embargo, a partir de los 45 días La Posta adquirió el ritmo más alto de crecimiento, mientras que Población-30 y Suwan-1, redujeron drásticamente sus tasas de crecimiento.

La diferencia entre número de hojas de La Posta y Suwan fue solo de una a favor de La Posta que tuvo 16 hojas, en cambio Población-30 presentó solamente 13 hojas. Las diferencias en tamaño de lámina foliar fueron marcadas; La Posta presentó hojas grandes, 90 cm² más que Suwan-1 y 140 cm² más que Población-30. Sin embargo, el peso específico de Suwan-1 fue mayor que el de La Posta y Población-30.

Las diferencias en rendimiento para los tres maíces en monocultivo fueron estadísticamente significativas (Cuadro 8). La Posta rindió (5.02 ton/ha) más que Suwan-1 (4.69 ton/ha. y éste más que Población-30 (4.34 ton/ha.).

Resumiendo el comportamiento de los tres maíces en monocultivo podría describirse a La Posta como un maíz tardío de porte alto, buen rendimiento y mucho vigor. Población-30 muy precoz de porte bajo, escaso vigor, pero de buen rendimiento en monocultivo si se considera su ciclo vegetativo corto. Suwan-1, es una variedad intermedia, aunque más parecida a Población-30.

1.2 El efecto de la asociación sobre los maíces.

En el Cuadro 5, se aprecian los efectos que produ-

CUADRO 5. CARACTERISTICAS DE LOS MAICES EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION (PROMEDIO DE LAS TRES VARIETADES DE MAIZ Y LOS TRES HABITOS DE FRIJOL).

Características	Sistemas	
	Monocultivo	Asociación
Altura de planta a 25 días, cm.	59	53
Altura de planta a 45 días, cm.	225	178
Altura de planta a 65 días, cm.	279	241
Tasa de crec. 5-25 días, mm.	30	27
Tasa de crec. 25-45 días, mm.	83	62
Tasa de crec. 45-65 días, mm.	28	32
No. de hojas	15	14
Días a floración	55	54
Días a madurez	103	103
Tamaño de la hoja de maz. cm ²	723	566
Peso seco de 100 cm ² , cg.	70	69
Rendimiento maíz, t/ha.	4688	3396

cen la asociación del frijol sobre las características del maíz. Se observa una reducción drástica y significativa (Cuadros 5 y 8) para las variables: altura de la planta en los tres estadios (25, 45 y 65 días), el tamaño de la hoja y la tasa de crecimiento durante los primeros 45 días, sin embargo, la tasa de crecimiento en la asociación a partir de los 45 días fue mayor que en monocultivo. No obstante, el maíz asociado al final del ciclo vegetativo, vio afectada su altura en 38 cm.

El número de hojas, días a floración, madurez y peso específico de la hoja no fueron afectados significativamente por la asociación.

El efecto de la asociación sobre el rendimiento de maíz, pese a ser considerable (1.3 ton/ha. de reducción) no resultó estadísticamente significativa (Cuadro 5 y 8).

El Cuadro 6, incluye las características del maíz (promedio de tres genotipos) en monocultivo y de éstos en asociación con los tres hábitos de crecimiento de frijol. De él se aprecia que la asociación con el hábito II/III afecta más a la altura de planta a los 25, 45 y 65 días y al área foliar. En grado de reducción le sigue el hábito I y el que menos afecta a estas características es el hábito IV. Sin embargo, para las características de peso seco de 100 cm² de área foliar y rendimiento, el orden de los hábitos de crecimiento para la reducción se invierte. El hábito IV es el que más afecta y el hábito el que menos reduce (1.62 y 0.99 ton/ha.

de reducción de rendimiento respecto al monocultivo respectivamente). Se hace notar que tales reducciones no resultarán estadísticamente significativas y que las características más estables fueron: número de hojas y días a floración y madurez (Cuadros 6 y 8).

Del Cuadro 1A (características del maíz La Posta en monocultivo y asociación con los tres hábitos), se aprecia que en general la asociación con frijol le afecta, siendo el hábito de crecimiento I el que más afecta, especialmente a características como: altura de planta a los 25, 45 y 65 días, al área foliar, al peso específico de la hoja seca y al rendimiento. En grado de reducción le sigue al hábito IV y el II/III el que menos le afecta. Comparativamente, las reducciones de rendimiento son: 1.33, 0.95 y 0.36 ton/ha. respectivamente. Estas reducciones resultaron significativas.

Para el maíz Suwan-1, se observa (Cuadro 2A) que el hábito II/III es el que más reduce: la altura a los 25, 45 y 65 días, el tamaño de la hoja y el rendimiento. En cambio el hábito I le afecta poco a estas características. Los días a floración y madurez y el número de hojas al igual que en el maíz La Posta, no son afectados por la asociación. Las reducciones de rendimiento debidas a la asociación con los hábitos de crecimiento de frijol son de: 1.75, 1.65 y 0.48 ton/ha. para los hábitos II/III, IV y I, respectivamente.

CUADRO 6. PROMEDIOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL MAIZ EN CADA HABITO DE FRIJOL.

Características	Hábito I	Hábito II/III	Hábito IV	Mon. Maíz
Altura de planta a 25 días, cm.	53.2	51.9	54.3	58.7
Altrua de planta a 45 días, cm.	178.3	172.6	183.4	224.3
Altura de planta a 65 días, cm.	241.9	234.0	249.0	279.4
Tasa de crec. 5-25 días, mm.	26.1	26.0	27.1	29.4
Tasa de crec. 25-45 días, mm.	62.5	60.3	64.5	82.8
Tasa de crec. 45-65 días, mm.	31.8	30.7	32.8	27.5
Días a floración	54.7	54.3	54.2	55.2
Días a madurez fisiológica	103.1	102.6	102.3	103.4
Número de hojas	14.5	14.4	14.3	14.7
Area hoja maz. cm ²	571.5	565.7	557.5	723.2
Peso seco 100 cm ² hoja maz., cg.	71.2	69.8	66.0	70.4
Rendimiento correg., kg/ha.	3701	3415	3070	4688

El Cuadro 8A, presenta las características del maíz Población-30 en monocultivo y en asociación con los tres hábitos de crecimiento de frijol. El hábito II/III es el que más le afecta a la altura de planta a los 25, 45 y 65 días, al área foliar y acortando muy levemente al ciclo vegetativo. El número de hojas permanece inalterado por las asociaciones. El peso específico de la hoja seca, se ve reducido por el hábito IV e incrementado por el hábito II/III. El comportamiento del rendimiento señala al hábito IV como el que más reduce el rendimiento de Población-30 con 2.24 ton/ha., le sigue el hábito II/III y por último el hábito I con 1.71 y 1.15 ton/ha. respectivamente.

El comportamiento del rendimiento de los genotipos de maíz en asociación con los hábitos de crecimiento de frijol, mostró que las diferencias arriba anotadas resultarán significativas (Cuadro 8).

El Cuadro 7, muestra los rendimientos de maíz para las tres variedades de maíz en asociación con las familias de frijol. Se observa que la variedad de maíz que rinde más en asociación (promedio de los tres hábitos) es La Posta con 4.14 ton/ha., seguido de Suwan-1 con 3.40 ton/ha. y por último Población-30 con solo 2.65 ton/ha., es decir, se mantiene el mismo orden que en el monocultivo, aunque en magnitudes diferentes, ya que las diferencias de rendimiento observadas en asociación entre los tres genotipos son mayores a las observadas en monocultivo (Cuadros 4 y 7).

CUADRO 7. RENDIMIENTOS DE MAIZ EN kg/ha. PARA LAS ASOCIACIONES ENTRE VARIETADES DE MAIZ Y FAMILIAS DE FRIJOL POR HABITO DE CRECIMIENTO.

	Genotipos de maíz en asociación			Promedio de Asociación
	La Posta	Suwan-1	Población 30	
Familias de Hábito I :				
1	2860	4256	3969	3695
2	3714	3767	3594	3691
3	3721	4701**	3296	3906**
4	3219	4346	2572	3379
5	3992	3915	3086	3664
6	3740	3667	2742	3383
7	3948	4446**	3282	3892**
8	3869	4164	3246	3760
9	3875	4308	2833	3672
10	3992	4615**	3004	3970**
\bar{X}	3693	4219	3192	3701
Familias de Hábito II/III :				
1	4708	2970	2807	3495
2	4491	3644	2340	3558**
3	4967**	2740	2614	3440
4	4573	2019	2341	2978
5	4887**	3514	2943	3781**
6	5019**	3568	3397	3994**
7	3923	3087	2119	3043
8	4550	3228	2420	3399
9	4166	2850	2984	3333
10	5106**	1866	2421	3131
\bar{X}	4659	2948	2639	3415
Familias de Hábito IV :				
1	3686	2648	1879	2738
2	3757	2673	1698	2709
3	4048	3378	2839	3421**
4	3674	2489	1958	2707
5	4168**	2578	1617	2788
6	4429**	3365	2328	3374**
7	4089	3800	2244	3378**
8	4894**	3182	2057	3378**
9	3792	3189	2630	3203
10	4120**	3094	1801	3005
\bar{X}	4066	3040	2105	3070
\bar{X} (Promedio General)	4139	3402	2645	3395

* Familias seleccionadas para la asociación por rendimiento de maíz.

Del mismo Cuadro 7 se observa que el hábito I, es el que en general reduce menos los rendimientos de los maíces (promedio de los tres genotipos), con una reducción de 0.97 ton/ha., respecto al promedio de los monocultivos y el hábito IV el que más reduce con 1.60 ton/ha.

Sin embargo, el efecto de la interacción hábito de crecimiento de frijol por variedad de maíz indica que la mejor asociación para rendimiento de maíz, se obtiene con el maíz La Posta asociado con el hábito II/III con un rendimiento de 4.66 ton/ha., seguido en orden por las asociaciones de maíz Suwan-1 con el hábito I y La Posta con el hábito IV con rendimiento de 4.22 y 4.07 ton/ha., respectivamente. El rendimiento más pobre se lograría con la asociación Población-30 con el hábito IV con solo 2.10 ton/ha.

1.3 Selección de las mejores combinaciones de maíz con familias de frijol por rendimiento de maíz.

Los rendimientos de maíz asociado con las familias de frijol (Cuadro 7), demuestran que las familias 10, 3 y 7 del hábito I, permiten los mayores rendimientos de maíz con 3.97, 3.91 y 3.89 ton/ha. (promedio de los tres maíces en asociación).

Para el hábito II/III, las familias que menos afectan en promedio al rendimiento de los tres maíces son: 6, 5 y 2 con 3.99, 3.78 y 3.56 ton/ha. de rendimiento.

Mientras que para el hábito IV las familias 3, 7, 8 y 6 son las que menos afectan el rendimiento de maíz con: - 3.42, 3.38, 3.38 y 3.37 ton/ha., respectivamente.

Analizando el mismo Cuadro individualmente para cada maíz, se observa que en el hábito I los mejores rendimientos de maíz se obtienen con el maíz Suwan-1 asociado con las familias 3, 10 y 7 con rendimientos entre 4.70, 4.62 y 4.45 ton/ha. que son similares a los alcanzados por esta misma variedad en monocultivo (4.70 ton/ha., Cuadro 2A).

Para las familias de hábito II/III, los mejores rendimientos de maíz se obtienen con el maíz La Posta asociado con las familias 10, 6, 3 y 5 con 5.11, 5.02, 4.97 y 4.89 - - ton/ha., que son muy similares al rendimiento de La Posta en monocultivo (5.02 ton/ha., Cuadro 1A) y superiores a los obtenidos con las mejores familias del hábito I y el maíz Suwan-1, líneas arriba descritas.

En el hábito IV, las familias que mejor permiten el rendimiento de maíz en asociación, son las familias 8, 6, 5 y 10 asociadas con el maíz La Posta que rinden: 4.89, 4.43 - 4.17 y 4.12 ton/ha. respectivamente.

Los resultados de rendimiento de maíz en los sistemas asociados, arriba analizados, señalan la existencia de - interacciones a nivel de hábito, variedad de maíz en asociación con los hábitos y familia por maíz dentro de cada hábi-

to. Esto mismo lo confirma el análisis de varianza (Cuadro - 8).

Con el objeto de medir las tendencias de rendimiento de los genotipos de maíz al asociarse con las familias de frijol, se efectuaron análisis de correlación (Cuadro 4A), habiéndose establecido lo siguiente:

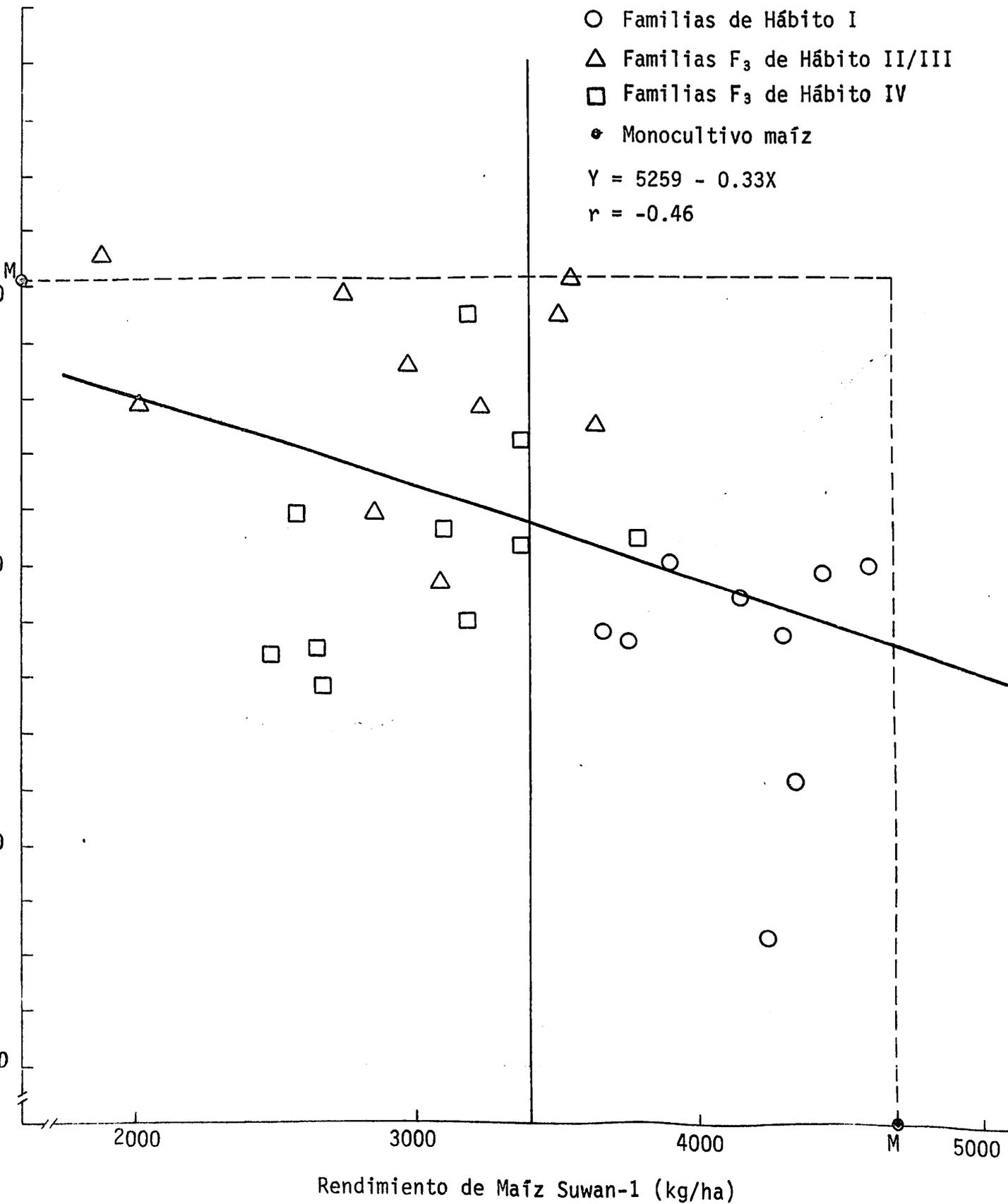
- = Dentro del hábito I no hubo correlación significativa entre los tres maices.
- = En las familias de hábito II/III las correlaciones tampoco fueron significativas y los mayores coeficientes fueron de 0.42 y 0.37 (no significativos) para los maices La Posta - con Suwan-1 y con Población-30 respectivamente.
- = Para las familias de hábito IV la única correlación significativa correspondió a Suwan-1 y Población-30 ($r = 0.66^{**}$).

Sin embargo, el análisis de correlación con los rendimientos de cada variedad de maíz en asociación con las 30 familias de frijol se aprecia correlación negativa significativa para la variedad La Posta y Suwan-1, correlación positiva altamente significativa Suwan-1 y Población-30. Finalmente, no hubo correlación entre maíz La Posta y Población-30. El comportamiento de éstos rendimientos se muestran en las Figuras 3 y 4.

1.4 El análisis de varianza para el maíz.

El Cuadro 8, presenta los siguientes resultados para rendimiento de maíz.

GRA 3. RELACION DE RENDIMIENTOS DE MAIZ LA POSTA Y SUWAN-1 EN ASOCIACION CON 30 FAMILIAS DE FRIJOL

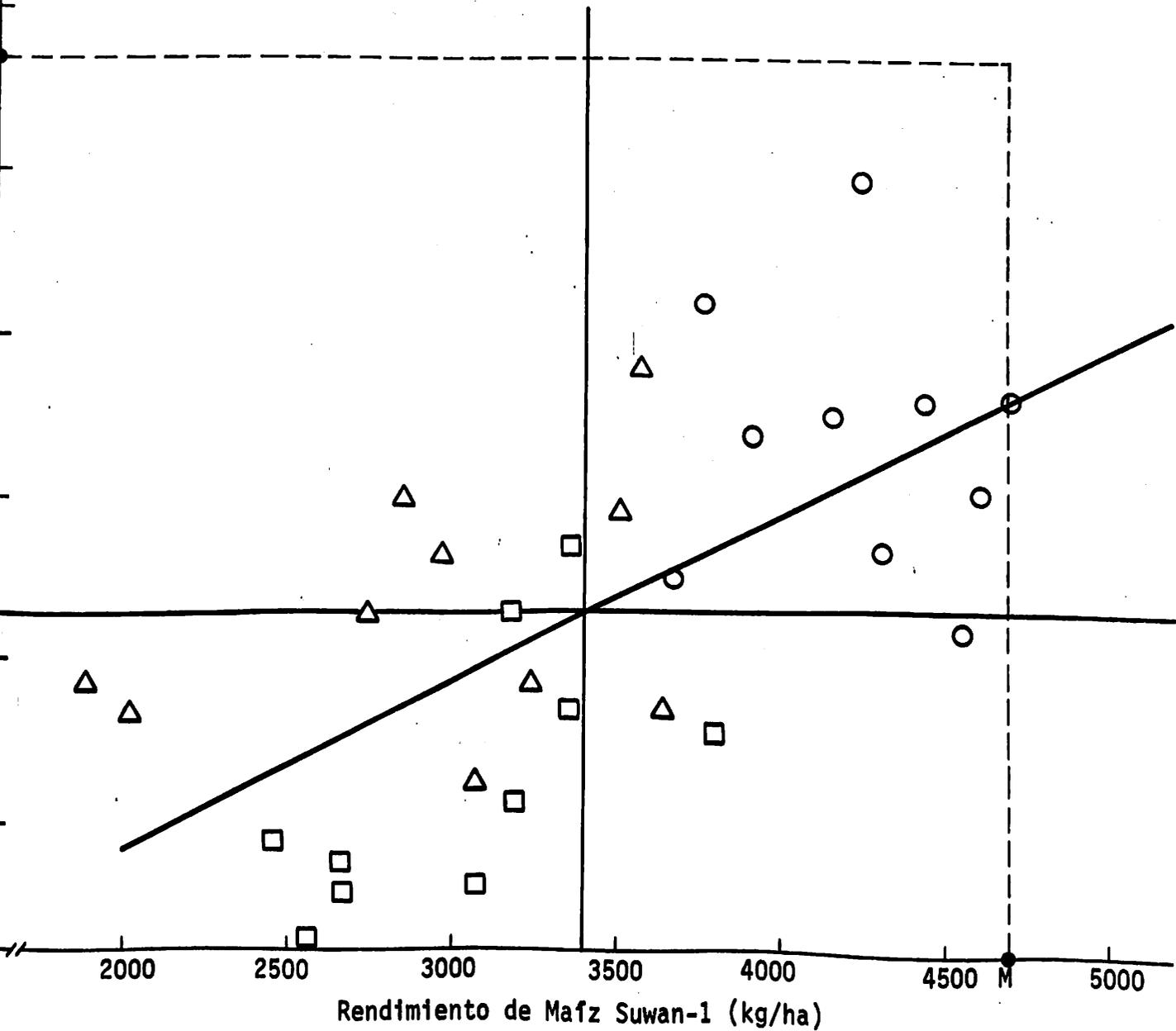


RELACION DE RENDIMIENTOS DE MAIZ POBLACION 30 Y SUWAN-1 EN ASOCIACION CON
30 FAMILIAS DE FRIJOL

$$Y = 938 + 0.499X_i$$

$$r = 0.64^{**}$$

- Familias de Hábito I
- △ Familias F₃ de Hábito II/III
- Familias F₃ de Hábito IV
- Monocultivo maíz



Ausencia de diferencias significativas para la comparación entre el monocultivo y la asociación. Igualmente entre las comparaciones de sistemas asociados con los hábitos de crecimiento de frijol.

En cambio para la comparación de los genotipos de maíz, sí se presentaron diferencias significativas ($P < 0.001$) aunque las diferencias de rendimiento entre maíces en monocultivo fueron en magnitud menor que las observadas dentro de los sistemas asociados.

Se presentaron diferencias altamente significativas para la interacción genotipo de maíz por asociación a nivel de hábitos. No así, para la comparación de genotipos de maíz en monocultivo y sus correspondientes genotipos de maíz en asociación.

No se presentaron efectos a nivel de familias dentro del hábito I, pero sí para las familias de los hábitos II, III y IV. El efecto de las líneas dentro de las familias en el hábito IV es mucho más grande que en el hábito I. En cambio, el efecto de las líneas dentro de las familias del hábito II/III no resultó significativo.

Las interacciones de las familias de frijol por los genotipos de maíz son significativas especialmente para el hábito II/III y I, no así para el hábito IV.

No hubo efecto de las interacciones de las líneas - de frijol con los genotipos de maíz.

2. Resultados de frijol.

2.1 Características de los genotipos de frijol en monocultivo.

La caracterización individual de los 150 genotipos de frijol se dificulta en extremo por su número, sin embargo, con fines de facilitar la interpretación y la discusión de resultados, solo se describirán las características en promedio a nivel de familias, hábitos, sistemas y sus interacciones.

En monocultivo las familias que incluyen los tres - hábitos de crecimiento muestran diferencias más pronunciadas a nivel de hábitos que dentro de los mismos. Para las familias dentro de los hábitos de crecimiento las mayores diferencias en rendimiento se observan en el hábito IV, donde las familias 1, 2, 3, 4 y 5 seleccionadas en la F_2 para alto rendimiento muestran los mayores rendimientos y los valores más altos para los componentes de rendimiento. En el otro extremo se encuentran las familias 6, 7, 8, 9 y 10, que corresponden al grupo de familias de bajo rendimiento en F_2 . Precisamente el análisis de regresión para rendimiento de planta individual de las líneas F_2 y sus correspondientes progenies F_3 (Figura 5), revelan esta tendencia y correlación significativa ($r = 0.52^{***}$). Esta situación se mejora al realizar la - regresión en base a rendimientos F_2/F_3 agrupados por familias

CUADRO 9 CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS DE FRIJOL PARA EL MOCOCULTIVO Y LA ASOCIACION (PROMEDIO DE TRES MAICES)

HAB	Fam.	Mudas p. el Usig	Núm. ramas	Núm nudos		Alt. pita.		Alt. copa		Días a madu		Tam. hoja		Peso seco 100		Vainas por		Semillas en		Rendimiento							
				Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.	Mon.	Asoc.				
M	1	1.2	4.1	38	40	65	74	65	76	45	48	35	35	71	71	141	160	33	28	133	54	40	37	32	1083	492	
	2	1.8	4.7	37	39	53	53	54	44	47	33	33	30	30	69	69	154	152	35	30	106	82	37	46	1198	688	
	3	2.9	5.2	38	38	49	51	50	53	47	44	36	34	69	70	144	147	28	29	122	72	37	38	1125	608		
	4	4.4	4.4	36	38	50	52	52	54	39	46	33	34	67	71	143	155	34	29	137	89	35	35	42	1914	806	
	5	4.4	4.4	38	40	53	53	54	45	43	33	34	34	34	70	71	155	151	32	28	104	54	32	42	1259	532	
	6	4.6	4.6	37	39	48	53	50	54	34	42	34	34	66	68	160	152	33	28	102	56	34	32	40	1000	536	
	7	4.1	4.1	42	42	64	68	65	69	46	48	36	34	72	71	180	182	34	29	132	56	34	32	46	1238	660	
	8	4.5	4.5	40	41	56	63	59	64	44	49	35	36	72	73	168	168	32	27	117	62	34	32	51	1624	831	
	9	4.1	4.1	37	38	63	63	63	64	45	43	34	33	76	76	161	162	28	27	117	62	42	37	29	27	1016	468
	10	4.2	4.2	41	41	72	80	74	81	49	51	36	36	70	71	140	163	26	24	163	74	49	50	24	24	1536	705
N	1	9.5	4.4	38	40	57	61	59	63	44	46	34	34	69	70	153	155	31	28	115	63	37	36	39	38	1252	635
	2	16	3.7	26	28	99	96	105	95	40	48	38	38	72	71	111	131	33	27	214	124	56	55	18	17	1877	959
	3	16	4.2	26	28	96	96	104	104	45	54	38	38	76	72	135	142	27	25	188	111	57	55	18	19	1999	985
	4	16	3.9	28	30	103	106	108	110	46	57	38	38	72	72	142	164	27	25	168	111	54	56	20	22	1717	1143
	5	17	4.1	27	28	93	98	104	107	49	54	38	38	73	73	138	148	27	24	227	119	53	52	19	19	2079	997
	6	14	4.0	24	25	96	96	104	103	51	51	38	36	71	71	160	157	32	28	236	112	48	48	22	22	2031	908
	7	14	4.3	26	29	105	112	111	121	45	50	36	36	75	74	127	153	28	26	173	113	63	61	22	22	2923	1384
	8	17	3.9	28	28	103	110	112	113	54	58	38	38	78	76	176	174	29	25	183	97	51	50	24	24	1825	995
	9	17	3.9	24	27	112	108	120	114	53	58	38	38	76	76	147	168	28	24	244	138	51	51	18	19	1952	1185
	10	17	5.8	27	27	106	113	117	119	45	64	40	40	76	76	126	136	27	25	188	109	54	53	21	21	1631	1124
O	1	36	4.2	26	28	101	104	109	110	48	56	38	38	74	73	140	154	28	25	205	114	54	54	20	21	1917	1077
	2	25	3.1	68	53	242	175	288	254	197	124	37	38	85	86	208	178	26	22	233	115	61	57	28	27	3432	1554
	3	28	2.9	69	56	260	167	300	236	207	114	38	38	86	86	228	177	25	21	246	120	64	55	28	27	3595	1598
	4	24	2.1	62	54	231	167	287	225	194	115	38	39	81	81	187	160	24	21	211	123	62	60	24	24	2689	1468
	5	24	2.1	66	54	239	171	304	230	206	120	39	40	83	83	266	196	26	22	219	111	61	58	29	28	3690	1614
	6	24	2.1	66	54	239	170	292	233	197	120	38	37	84	85	190	158	22	20	226	130	62	58	26	26	3229	1711
	7	24	2.8	66	54	233	163	286	208	198	109	37	37	85	85	177	131	24	21	185	105	59	53	30	28	2734	1410
	8	21	2.9	66	57	241	168	294	211	184	112	36	37	80	82	187	161	26	22	278	101	53	47	32	32	3461	1342
	9	27	3.3	59	55	230	153	271	203	202	104	37	36	77	80	172	134	22	23	216	98	50	54	20	20	3471	1336
	10	24	3.4	63	61	250	164	284	218	198	100	38	38	82	82	158	136	25	22	211	116	61	58	26	24	2828	1374
P	1	25	3.0	62	54	240	165	287	221	200	114	38	38	82	80	197	157	24	22	221	114	60	55	28	27	3188	1487
	2	25	3.4	63	61	250	164	284	218	198	100	38	38	82	82	158	136	25	22	211	116	61	58	26	24	2828	1374

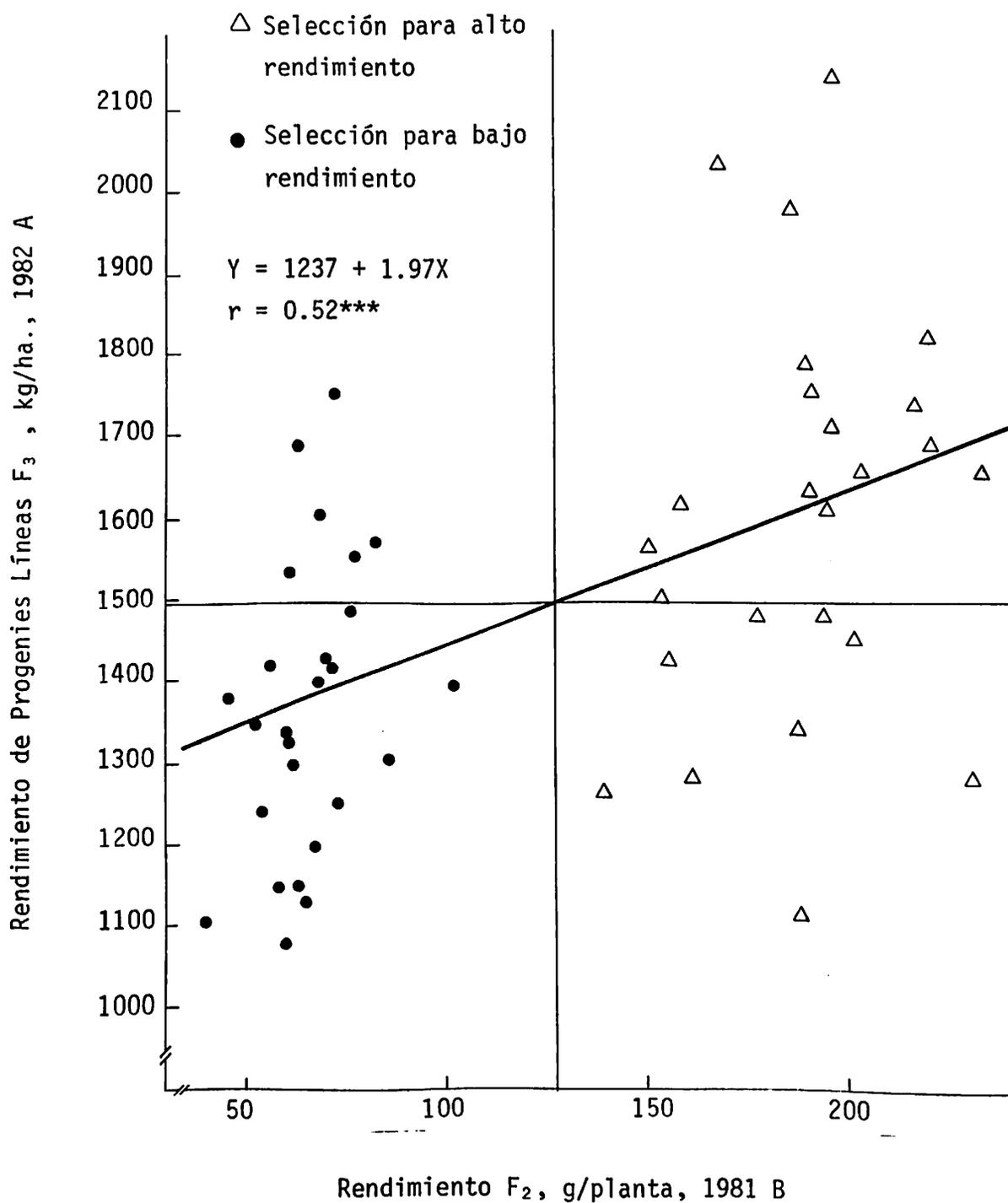
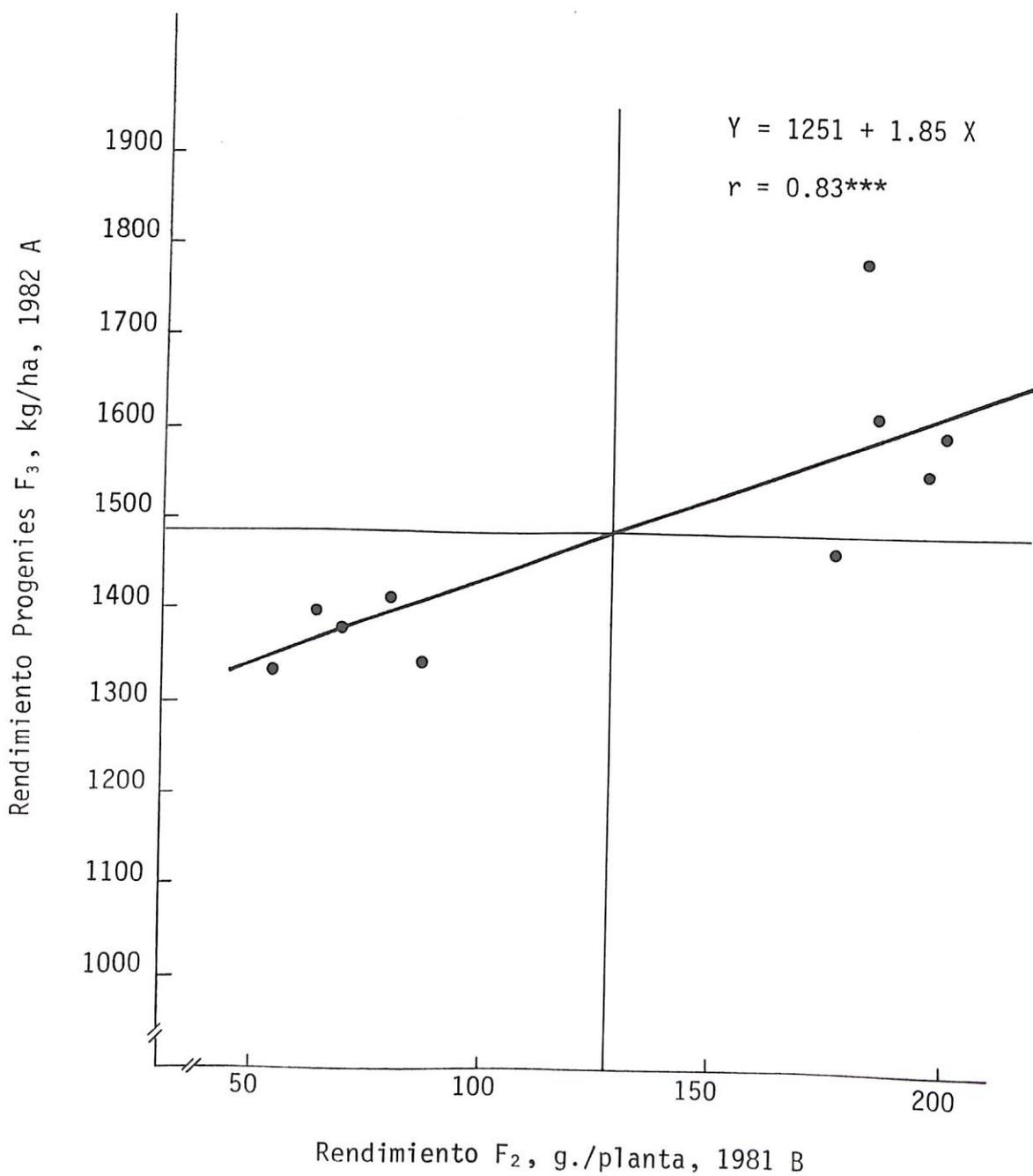


FIGURA 5. RELACION PARA RENDIMIENTO ENTRE 50 LINEAS (PLANTAS INDIVIDUALES) SELECCIONADAS EN F_2 Y SUS PROGENIES EN F_3 , EN ASOCIACION CON MAIZ HABITO IV.

FIGURA 6. RELACION PARA RENDIMIENTO ENTRE FAMILIAS DE PLANTAS INDIVIDUALES SELECCIONADAS EN F₂ Y SUS PROGENIES EN F₃, ASOCIACION CON MAIZ HABITO IV.



(Figura 6) con un coeficiente de correlación $r = 0.83^{***}$.

Una mejor idea de las diferencias entre las características del frijol puede obtenerse a nivel de hábitos de crecimiento en monocultivo (Cuadro 9). Las diferencias para todas las características (excepto para tamaño de hoja y peso seco de 100cm² de hoja) resultaron altamente significativas a los niveles $P < 0.001$ como se aprecia en el Cuadro 22.

El hábito I en monocultivo (Cuadro 5A) se caracterizó por poseer la tasa más alta de crecimiento durante los primeros 25 días. Esta tasa de crecimiento, si no se considera la elongación de la guía del hábito IV que para ese período corresponde aproximadamente a dos tercios de su altura total, resulta mayor inclusive que en el hábito IV. Además, el hábito I se caracterizó por su mayor precocidad, tamaño mayor de hojas, mayor peso seco por 100 cm² y componentes de rendimiento más bajo, excepto el peso seco de 100 semillas que es mayor. En oposición se encuentra el hábito IV que posee mayor tasa de crecimiento a partir de los 25 días, mayor altura total, ciclo vegetativo más prolongado, menor peso seco 100 cm² de lámina foliar y componentes de rendimiento mayores y por ello mismo el mayor rendimiento 3.19 ton/ha. El hábito II/III, puede considerarse intermedio entre los dos hábitos descritos.

2.2 Efectos de la asociación sobre el frijol.

Los efectos de la asociación sobre el cultivo de -

frijol (Cuadro 5A), muestran que el maíz al asociarse con el frijol afecta a la casi totalidad de las características del frijol, excepto los días a floración, días a madurez y al peso de 100 semillas. Entre las características más afectadas se encuentran: altura de planta los 45 y 65 días, altura de copa para el mismo período, área foliar, peso seco de 100 cm² de lámina foliar y los componentes de rendimiento. Como consecuencia final de estas reducciones, el rendimiento de grano se ve reducido en 50% respecto a su monocultivo (promedio de los tres hábitos). El análisis de varianza (Cuadro 13), precisamente detecta estas diferencias que resultaron ser altamente significativas.

2.3 Efecto de los maíces sobre las características del frijol.

El efecto de los genotipos de maíz sobre las características del frijol (Cuadro 10), indican que el maíz Población-30 afecta en menor grado las características morfológicas. Las reducciones que resultaron significativas (Cuadro 13) son: número de vainas, peso de 100 semillas y rendimiento. Este último, se ve reducido con respecto al monocultivo en 44% (2,119 kg/ha. monocultivo frijol, Cuadro 5A). La Posta y Suwan-1 reducen el rendimiento en 53 y 52% respectivamente. Las diferencias entre las reducciones ocasionadas por los tres maíces para las variables: altura de planta, altura de copa, área foliar, peso seco de lámina foliar, semillas por vaina y ciclo vegetativo no fueron significativas (Cuadro 13).

CUADRO 10. CARACTERISTICAS DEL FRIJOL EN LAS ASOCIACIONES CON LOS TRES MAICES.

Características	A s o c i a c i o n e s		
	La Posta	Suwan-1	Población-30
Altura planta 25 días, cm.	38	41	42
Altura planta 45 días, cm.	110	108	111
Altura planta 65 días, cm.	130	129	134
Tasa crec. 5-25 días, mm.	19	21	21
Tasa crec. 25-45 días, mm.	37	33	34
Tasa crec. 45-65 días, mm.	10	10	12
Altura planta copa 45 días, cm.	76	78	79
Altura planta copa 65 días, cm.	79	79	81
Tasa crec. copa 45-65 días, mm.	1.9	0.4	1.1
Días a floración	37	37	37
Días a maduración	75	75	75
Eficiencia	4.0	3.9	3.8
Area foliar	156	156	155
Peso seco 100 cm ² cg.	25	24	25
Vainas por m ²	92	94	104
Semillas en 10 vainas	48	47	49
Peso de 100 semillas	29	28	29
Rend. corregido kg/ha.	1012	1003	1185

2.4 Efectos de la asociación sobre los hábitos.

Del Cuadro 5A, se aprecia que la asociación en general afecta al rendimiento de todos los hábitos. Sin embargo, se nota que las diferencias para las características: -- días a floración, días a madurez y semillas por vaina, las diferencias no resultaron significativas (Cuadro 13). Por el contrario, las diferencias para altura de planta y copa a los 65 días, tamaño de hoja, peso de 100 semillas, número de vainas por m² y rendimiento son importantes. Del Cuadro 13, se aprecia que los efectos más fuertes para rendimiento se presentaron a nivel de hábitos por sistema (significancia para $P < 0.001$), en cambio, los efectos para la interacción hábito por genotipo de maíz dentro de cada hábito son menores (significancia para $P < 0.05$). Precisamente, éstos efectos, detectados por el análisis de varianza, se aprecian mejor en el Cuadro 11, donde las diferencias debidas a las variedades de maíz dentro de cada hábito son menores que las diferencias debidas a la asociación entre los hábitos. Estos efectos se analizarán más detalladamente en el punto siguiente.

Los efectos de reducción de rendimiento de frijol (Cuadro 11), debidos a la asociación sobre cada hábito, muestran que el hábito IV reduce el 53% de su rendimiento, el hábito I el 49% y el hábito II/III el 44% con respecto a sus correspondientes monocultivos. Sin embargo, es de notar que no obstante de ser el hábito IV el que más reduce su rendimiento es con éste que se obtiene el mayor rendimiento en asociación (1.49 ton/ha.) seguido por el hábito II/III (1.08 ton/ha.) y

CARACTERISTICAS	HABITO I ASOC. CON		HABITO II/III ASOC. CON		HABITO IV ASOC. CON	
	LA POSTA	SUWAN-1	LA POSTA	SUWAN-1	LA POSTA	SUWAN-1
	POB-30	POB-30	POB-30	POB-30	POB-30	POB-30
Altura planta 25 días, cm.	36	41	41	28	49	56
Altura planta 45 días, cm.	59	62	62	100	167	158
Altura planta 65 días, cm.	60	63	63	107	216	212
Tasa de Crec. 5-25 mm	18	20	20	14	24	28
Tasa de Crec. 24-45 mm	11	10	11	36	59	51
Tasa de Crec. 45-65 mm	0.7	1.0	0.3	3.4	4.4	7.2
Altura Copa 45 días cm	50	51	50	62	113	119
Altura Copa 65 días cm	45	48	45	54	133	134
Tasa de Crec. 45-65 días mm	-2.6	-1.5	-2.5	-4.0	10.3	7.3
Días a floración	34	34	34	38	38	38
Días a madurez	70	70	70	73	82	82
Eficiencia	4.3	4.4	4.1	3.8	3.6	3.5
Tamaño de hoja cm ²	153	154	156	154	156	160
Peso seco de 100 cm ² ca	29	26	30	26	22	21
Vainas por m ²	66	54	69	119	109	106
Semillas en 10 vainas	37	34	37	54	54	54
Peso de 100 semillas g	39	36	39	21	27	28
Rend. correg. kg/ha	698	505	700	1113	1387	1390
				1168		1686

por último el hábito I (0,64 ton/ha.), Estas diferencias -- (Cuadro 5A) resultaron significativas (Cuadro 14).

2.5 Efecto de los genotipos de maíz sobre los hábitos de crecimiento de frijol.

No obstante, de los fuertes efectos señalados anteriormente para hábitos por sistema, los efectos para los genotipos de maíz sobre cada hábito muestran al maíz Suwan-1 -- como el que más afecta los componentes de rendimiento y sus componentes del hábito I (Cuadro 11). Al hábito II/III, la mayor competencia es debida al maíz La Posta, y al hábito IV le afectan muy similarmente La Posta y Suwan-1. Estas reducciones resultaron significativas.

2.6 Selección de las mejores familias de frijol por rendimiento de frijol.

De ser el objetivo del mejoramiento, la maximización de los rendimientos de frijol tanto en monocultivo como en asociación, la elección de un tipo de crecimiento de frijol recaería en el hábito que mejor rinde en asociación que resulta ser el hábito IV (Cuadro 12). Sus rendimientos en asociación exceden en 0.41 ton/ha., al del hábito II/III y en 0.85ton/ha. al del hábito I.

El maíz a asociarse con este hábito IV, sería Población-30, que es el maíz que menos afecta al rendimiento de los tres hábitos, aunque también es el que menos maíz rinde en asociación (2.11 ton/ha.). Precisamente, la asocia---

CUADRO 12. RENDIMIENTOS DE FRIJOL POR FAMILIA Y SISTEMA PARA CADA HABITO EN kg/ha

HAB.	FAM.	LA POSTA	SUWAN - 1	POB. - 30	PROMEDIO ASOC.	MONOCULTIVO FRIJOL
	1	559	394	522	492	1003
H	2	672	505	887	688	1199
A	3	767	436	621	608	1125
B	4	884	614	919**	806**	1514
I	5	651	456	501	536	1259
T	6	663	407	586	552	1000
O	7	602	655	722	660	1238
	8	879	639	975**	831**	1634**
I	9	522	380	503	468	1018
	10	786	566	763	705	1536**
\bar{X}		698	505	700	634	1252
	1	868	966	1043	959	1877
H	2	862	998	1095	985	1999
A	3	1118	1100	1212	1144	1717
B	4	902	1157	1226	1095	1843
I	5	934	1009	1049	997	2079**
T	6	864	942	918	908	2032**
O	7	1218	1470**	1464**	1384**	2023
	8	826	935	1224	995	1825
II/III	9	1010	1341**	1204	1185**	1952
	10	911	1210	1249	1124	1831
\bar{X}		951	1113	1168	1078	1918
	1	1586	1490	1585	1554	3432
H	2	1282	1603	1907**	1598	3595**
A	3	1277	1492	1637	1468	2689
B	4	1757	1347	1739	1614**	3690**
I	5	1538	1488	2318**	1781**	3229
T	6	1308	1386	1538	1410	2734
O	7	1333	1307	1385	1342	2961
	8	1264	1282	1461	1336	3471
IV	9	1417	1096	1669	1394	2928
	10	1105	1409	1620	1378	3154
\bar{X}		1387	1389	1686	1487	3188
$\bar{\bar{X}}$ PROM GRAL.		1012	1003	1185	1067	2119

** Familias seleccionadas por rendimiento de frijol.

ción hábito IV con Población-30, permite obtener un rendimiento de 1.67 ton/ha. de frijol en comparación a los obtenidos con este mismo hábito IV y los maíces Suwan-1 y La Posta que permiten 1.39 ton/ha.

Al analizar los rendimientos de las familias de frijol en asociación (promedio de las asociaciones con los tres maíces) para cada hábito se tiene que para el hábito I, la selección recaería por su mayor rendimiento de frijol en las familias 8 y 4; para el hábito II/III las familias 7 y 9; y para el hábito IV las familias 5 y 4. En cambio la selección de familias por rendimiento de frijol en monocultivo para el hábito I reacen sobre las familias 8 y 10. Para el hábito II/III las familias 5 y 6 y para el hábito IV las familias 4 y 2 (Cuadro 12).

El comportamiento de la familia más rendidora de frijol en asociación con el mejor genotipo de maíz muestra que en el hábito I, coinciden las dos familias seleccionadas por asociación en general, es decir la 8 y 4 con el maíz Población-30. Para el hábito II/III la mejor asociación se logra con la familia 7 con Población-30, Suwan-1 y la familia 9 con Suwan-1. Finalmente, para el hábito IV la mejor asociación se logra con la familia 5 y 2 y Población-30.

El comportamiento del rendimiento de frijol para las familias en monocultivo y asociación con los tres genotipos de maíz también se aprecia a través de los análisis de

CUADRO 13 PRUEBAS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES DE PRIJOL

Variable	Días a floración	Días a madurez	Altura planta a 65 días	Altura copa a 65 días	Tamaño hoja	Peso seco hoja 100 cm ²	Peso de 100 semillas	Semillas/Vaina	Vainas/m ²	Rendimiento
Repeticiones	1	0.51NS	0.25NS	0.23NS	0.42NS	0.42NS	0.02NS	0.01NS	1.98NS	5.06NS
Hábitos	2	118.04**	88.14**	88.14**	3.97NS	7.34NS	1082.26*	4970.60**	79.26**	127.99**
Error (a)	2									
Sistemas	3	0.15NS	5.04*	14.26**	1.10NS	14.81**	9.16**	4.93*	171.31**	289.60**
Asoc. vs Monoc.	2	0.46NS	0.43NS	0.43NS	0.42NS	0.03NS	1.06NS	10.94**	505.47**	847.46**
Válcos	2	0.15NS	0.43NS	0.43NS	0.42NS	0.03NS	13.22**	1.92NS	4.24*	10.69*
Hábito x Sistemas	6	0.47NS	6.50**	19.69**	4.67**	6.97**	4.84**	1.71NS	8.37**	30.46**
Hábit. x (Asoc. vs Mon)	2	0.42NS	0.43NS	0.43NS	0.42NS	0.03NS	14.5**	0.42NS	19.56**	81.48**
Hábit. x Válcos	4	0.43NS	0.43NS	0.43NS	0.42NS	0.03NS	6.37**	0.42NS	2.72S	3.95*
Error (b)	9									
Familias/Hábitos	27	33.98**	24.56**	12.44**	23.16**	14.28**	164.72**	26.38**	8.54**	8.06**
Fam/Háb. 1	9	51.57**	72.93**	14.41**	6.06**	11.61**	194.14**	42.78**	25.67**	30.91**
Fam/Háb. 2	9	20.58**	14.58**	15.61**	24.67**	8.81**	137.04**	22.94**	12.53**	8.75**
Fam/Háb. 3	9	24.56**	22.02**	11.30**	35.36**	22.07**	57.15**	14.78**	4.67**	5.01**
Vitalidad/Fam. x Hábit.	120	12.54**	6.20**	3.32**	3.39**	2.84**	20.84**	7.36**	4.06**	4.07**
Lín/Fam. Hábit. 1	40	30.58**	28.39**	8.50**	6.75**	5.50**	22.04**	15.49**	5.52**	19.17**
Lín/Fam. Hábit. 2	40	2.69**	5.55**	3.17**	1.68*	1.04NS	16.00**	2.66**	2.31**	4.10**
Lín/Fam. Hábit. 3	40	4.90**	3.94**	3.16**	3.19**	1.94*	17.86**	4.30**	2.37**	2.15**
Sist. x Fam. Hábitos	81	1.75**	2.32**	3.10**	3.16**	3.62**	1.11NS	1.04NS	2.08**	2.25**
Asoc vs Mon. x Fam/Háb.	27	1.80**	2.54**	2.54**	4.07**	5.49**	1.43S	0.85NS	4.07**	3.85**
Asoc vs Mon. x Fam/Háb. 1	9	3.25**	1.79NS	3.64**	4.88**	4.72**	1.10NS	0.78NS	6.35**	4.80**
Asoc vs Mon. x Fam/Háb. 2	9	0.95NS	2.02*	3.77**	2.68**	7.13**	4.11*	0.21NS	5.62**	5.04**
Asoc vs Mon. x Fam/Háb. 3	9	1.20NS	2.48*	5.26**	4.38**	4.68**	1.72NS	0.81NS	2.45*	3.44**
Válcos x Fam/Háb.	54	1.73**	2.21**	2.24**	2.71**	2.69**	0.98NS	1.13NS	1.22S	1.45*
Sist. x Fam/Hábitos	360	1.80**	1.53**	1.28**	1.30**	1.35**	1.06NS	1.16NS	1.22**	1.32**
Asoc vs Mon. x Lín/Fam.	120	2.19**	1.12NS	1.28**	1.31*	1.65**	3.97NS	1.35*	1.39**	2.15**
Válcos x Lín/Fam.	240	2.18**	1.39**	1.29**	1.29**	1.21*	1.98NS	1.03NS	1.52NS	1.91NS
Error (c)	588									
Rep. xt. Lín/Sist. Hábit.	196									
Rep. xt. Lín/Sist. Hábit. 1	196									
Rep. xt. Lín/Sist. Hábit. 2	196									
Rep. xt. Lín/Sist. Hábit. 3	196									
Total	1199									
X		36.72	136.11	84.21	157.58	40.31	28.81	48.62	117.7**	1329.75
C.V.		3.61	15.99	16.80	4.54	20.42	9.41	10.74	22.15	26.38

* p < 0.05
 ** p < 0.01
 *** p < 0.001

correlación del Cuadro 6A, elaborado con los datos del Cuadro 12. De él se aprecia que para el hábito I las correlaciones son positivas y altamente significativas para los rendimientos de las mismas familias en asociación con los tres maíces. Las correlaciones entre los rendimientos de las familias del hábito I asociados con La Posta y Suwan-1 fue la única que no resultó significativa.

Para el hábito II/III las correlaciones entre las familias en monocultivo y en asociación con los tres maíces son nulas y con ligeras tendencias negativas. Resultan significativas y positivas las correlaciones entre las familias asociadas con los tres genotipos de maíz.

Para el hábito IV ninguna de las correlaciones fue significativa.

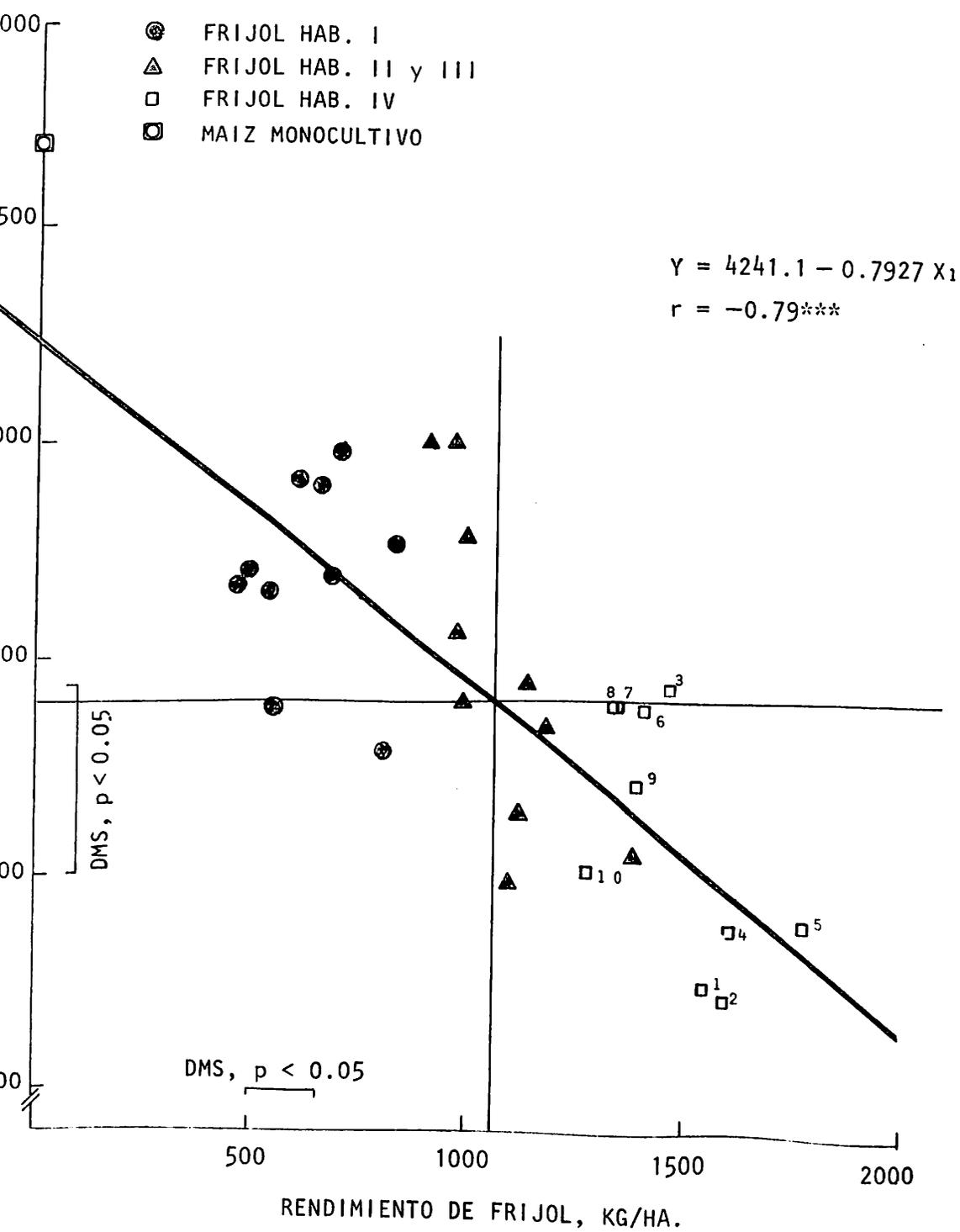
3. Resultados para maíz y frijol en combinación.

El análisis combinado de los resultados obtenidos para la asociación se referirán únicamente a los rendimientos desde el punto de vista del rendimiento equivalente (rendimiento de frijol por tres más rendimiento de maíz) que da una estimación del ingreso bruto obtenido en la asociación en base a la relación de previos 3:1 más frecuente en los países latinoamericanos y considerando además los índices de uso equivalente de la tierra o Land Equivalent Ratio (U.E.T. o L.E.R)

3.1 Comportamiento de los rendimientos de maíz y frijol en las asociaciones a nivel de hábito y genotipos de maíz.

La Figura 7, que muestra los rendimientos de maíz y frijol para las asociaciones de las 30 familias de frijol con los tres maíces, establece una alta correlación negativa ($r = -0.79^{***}$) entre los rendimientos de maíz y los de frijol. El coeficiente de regresión de -0.79 , indica que por cada kilogramo de frijol que se gane se pierden 0.79 kg. de maíz. Además, se aprecia que el rendimiento de maíz se reduce gradualmente al pasar del hábito I al II/III y al IV. Las familias del hábito I en promedio reducen bajos rendimientos de frijol, pero también reducen poco el rendimiento del maíz. Las familias del hábito II/III tienen un rendimiento de frijol poco mayor que el hábito I, pero también reducen algo más el rendimiento del maíz. Finalmente, las familias del hábito IV que tuvieron los mayores rendimientos de frijol, son también las que más reducen los rendimientos del maíz. Dentro de este último hábito se ve una tendencia clara en la distribución de los puntos que corresponden a las 10 familias. Un grupo de 4 familias con los máximos rendimientos de frijol (superiores 1.5 ton/ha.) que corresponderán a las familias 1, 2, 4 y 5. Un segundo grupo de 6 familias con rendimientos menores (1.3 a 1.5 ton/ha.) que corresponden a las familias 3, 6, 7, 8, 9 y 10. Esta división coincide (excepto la familia 3) con el agrupamiento de las familias de alto y bajo rendimiento seleccionados en la generación anterior. La familia 3, es la única que se ubica precisamente por encima de las me--

RELACION DE RENDIMIENTOS PARA 30 FAMILIAS DE FRIJOL F₃
EN ASOCIACION CON MAIZ (PROMEDIO DE 3 CULTIVARES)



Los números del 1 al 10 junto al cuadro indican el número de las familias del hábito IV.

días de rendimiento para el maíz y el frijol. El comportamiento de los hábitos de crecimiento en asociación con los tres genotipos de maíz son representativos en la Gráfica 8.

Se aprecia que el comportamiento para los tres maíces tienden a ser lineales y negativos variando con el hábito de crecimiento. Sin embargo, el comportamiento de maíz - La Posta sale de este patrón general.

El análisis para los maíces individualmente muestran que los rendimientos de maíz Población-30 van disminuyendo linealmente con el hábito I, II/III y IV e inversamente van aumentando los del frijol. El comportamiento de los rendimientos de maíz Suwan-1 son similares, se reduce al pasar del hábito I al II/III; luego se recupera a su rendimiento al pasar del hábito II/III al IV. La Posta muestra el comportamiento muy diferente al de los dos maíces anteriores. Reduce su rendimiento con el hábito I; con el hábito II/III, aumenta sus rendimientos de maíz y el del frijol para luego reducir un poco su rendimiento de maíz y volver a aumentar el rendimiento de frijol con el hábito IV.

3.2 Rendimientos equivalentes para las asociaciones.

A nivel de hábitos (Cuadro 14), el mejor rendimiento equivalente se obtiene al asociar el maíz La Posta con el hábito IV (sin considerar el rendimiento equivalente del hábito IV en monocultivo, cuyo costo en la construcción de la espaldera bajará su rentabilidad).

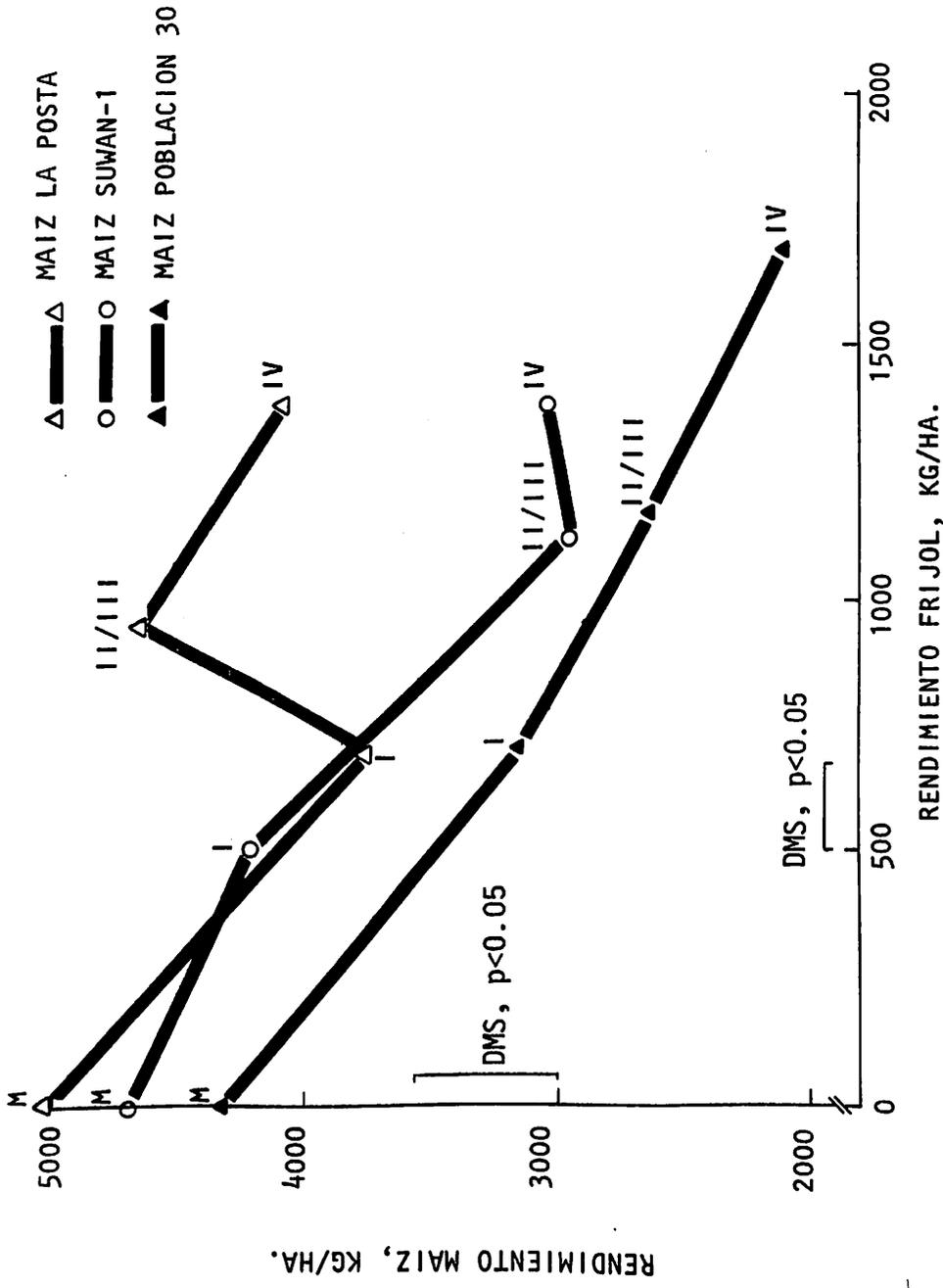


FIGURA 8. EFECTO DEL HABITO DE CRECIMIENTO DE FRIJOL SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ.

M = MONOCULTIVO

I, II, III, IV = HABITOS

CUADRO 14. RENDIMIENTOS EQUIVALENTES EN BASE A UNA RELACION DE PRECIOS 3: 1 PARA FRIJOL : MAIZ

HAB.	FAM.	LA POSTA	SUWAN - 1	POB. - 30	PROMEDIO ASOC.	MONOCULTIVO FRIJOL
	1	4538	5439	5535	5170	3009
H	2	5731	4272	6256	4311	3598
A	3	6022	6008	5161	5727	3374
B	4	5870	6189	5328	5796	4542
I	5	5946	5384	4590	5273	3778
T	6	5730	4889	4450	5039	3001
O	7	5733	6413	5450	5872	3715
	8	6508	6084	6172	6253**	4873
I	9	5440	5443	4540	5076	3054
	10	6352	6312	5292	6085**	4609
	\bar{X}	5789	5735	5261.6	5605	3755
	1	7312	5870	5934	6372	5631
H	2	7075	6638	5624	6513	6000
A	3	8322	6040	6249	6870	5152
B	4	7279	5489	6019	6262	5528
I	5	7622	6541	6090	6773	6237
T	6	7529	6395	6150	6718	6096
O	7	7578	7497	6506	7195**	6070
	8	7028	6032	6092	6384	5474
II/III	9	7197	6873	6595	6888**	5855
	10	7840	5497	6168	6502	5494
	\bar{X}	7493	6288	6143	6648	5753
	1	8446	7118	6634	7399	10297
H	2	7605	7482	7419	7502	10786
A	3	7878	7853	7750	7827**	8066
B	4	8945	6529	7174	7550	11069
I	5	8782	7042	8571	8132**	9687
T	6	8353	7523	6935	7604	8202
O	7	8090	7720	6399	7403	8884
	8	8688	7027	6440	7385	10414
IV	9	8041	6478	7636	7385	8784
	10	7436	7320	6660	7138	9463
	\bar{X}	8226	7209	7162	7612	9565
MON. MAIZ		5023	4696	4345	--	--

** Familias seleccionadas (promedio de las 3 asociaciones) por mayor rendimiento equivalente.

Le sigue la asociación entre La Posta y el hábito - II/III y las asociaciones del hábito IV con los maíces Suwan-1, Población-30. En general, todas las asociaciones tuvieron rendimientos equivalentes superiores a sus monocultivos maíz y frijol dentro de cada hábito, excepto para el hábito IV, donde el monocultivo es superior a las asociaciones por efecto de la espaldera.

Los rendimientos equivalentes para las familias asociadas (promedio de los tres maíces), muestran que los mayores rendimientos corresponden a las familias 5 y 3 del hábito IV con 8.13 y 7.8 ton/ha. respectivamente frente a los rendimientos de 9.69 y 8.07 ton/ha. de los monocultivos de las mismas familias y a las 4.69 ton/ha. del monocultivo de maíz.

Para el hábito II/III los mejores rendimientos equivalentes corresponden a las familias 7 y 9 con 7.20 y 6.89 ton/ha. que superan a sus correspondientes monocultivos de frijol que alcanzaron a 6.07 y 5.86 ton/ha. Finalmente, para el hábito I las mejores familias son la 8 y 10 con 6.25 y 6.08 ton/ha. comparadas con los rendimientos equivalentes de 4.87 y 4.61 ton/ha. para sus correspondientes monocultivos.

3.3 Análisis para los coeficientes de Uso Equivalente de la Tierra (U.E.T.).

El Cuadro 7A, incluye los índices calculados para el Uso Equivalente de la Tierra para los rendimientos de maíz y frijol en la asociación y el U.E.T. del sistema (maíz más frijol asociados).

De él se parecía que solamente en 7 casos, sobre un total de 90 asociaciones el índice estuvo por debajo de la unidad. Los índices variaron entre 0.89 y 1.64. El promedio general para todas las asociaciones fue de 1.22, hecho que -- permite afirmar que la asociación tiene una eficiencia de 22% sobre los dos monocultivos.

Del mismo Cuadro, se observa que en general los -- U.E.T para el maíz fueron mayores que los U.E.T del frijol. Los U.E.T. del maíz fluctuaron entre 0.37 y 1.02 y en cambio los del frijol fluctuaron entre 0.35 y 0.74 circunstancia es ta que indica que el maíz domina o compite mejor que el frijol. Dentro de este comportamiento general se destacan los mayores U.E.T para el maíz La Posta en asociación con los hábitos II/III y IV. En cambio, los más bajos corresponden a Población-30 asociado con el hábito IV.

Para el frijol los mayores U.E.T. que supelementalmente debían corresponder al hábito IV por su mayor vigor, se encuentran en el hábito II/III debido al sesgo que introduce el monocultivo del hábito IV por efecto de la espaldera.

V. DISCUSION

Discusión para resultados de maíz.

Las marcadas diferencias morfológicas y de rendimiento observadas entre los tres genotipos de maíz del experimento se explican por la selección aplicada para determinar las tres variedades a incluirse en la prueba que buscó intencionalmente comparar efectos de genotipos de maíz contrastantes en las asociaciones.

Más adelante, se verá precisamente estas diferencias, principalmente de velocidad de crecimiento, altura total de la planta, ciclo vegetativo y relación vigor con producción de grano de maíz son las responsables para que los efectos de las interacciones entre genotipos de maíz y frijol sean significativas en términos de rendimiento especialmente.

La Posta que se caracterizó por ser una variedad muy vigorosa, de mucho follaje (estimado en base a número de hojas, tamaño de hojas y altura de planta), posee durante los primeros 45 días un crecimiento lento y rápido posteriormente. Estas características unidas a su largo ciclo vegetativo y al mejoramiento a que fue sometido hacen de él, el maíz de mayor rendimiento en monocultivo. Sin embargo, las dife-

rendimientos de rendimiento respecto a Suwan-1 (0.30 ton/ha.) y Población-30 (0.65 ton/ha.) no parecen justificar el empleo de este maíz bajo sistema monocultural, especialmente si se consideran los 12 y 23 días más del ciclo vegetativo que tiene La Posta frente a Suwan-1 y Población-30, respectivamente. En términos relativos y con fines de ayudar a la discusión -- (aunque no se determinó el índice de cosecha para los tres -- maíces) y considerando las características anotadas (ciclo vegetativo, número de hojas, tamaño de hoja, altura de planta y producción), podría calificarse a La Posta como un maíz poco eficiente, la Población-30 muy eficiente y a Suwan-1 intermedio.

Los resultados de rendimiento de maíz en monocultivo versus asociación, indican que la asociación afectó a las características morfológicas y al rendimiento, por lo que puede considerarse la asociación como un stress ambiental, conforme lo señalan Davis y García (1982). El hecho de que tales reducciones no hayan resultado significativas se debe a las fuertes interacciones de los efectos de genotipos de maíz, -- los hábitos de frijol y los pocos grados de libertad.

La mayor reducción del rendimiento de maíz ocasionada por el hábito IV puede explicarse en términos de mayor número de hojas, ciclo vegetativo largo (que ocasiona un traslape más prolongado con el maíz), capacidad de trepar, mayor capacidad de sombreo y por tratarse de progenies de selecciones en sistema asociado. Así mismo, se observó que en el

promedio de reducción del rendimiento de maíz que ocasiona el hábito IV, pesó bastante la marcada reducción del rendimiento que sobre Población-30 tuvo este hábito, debido a la diferencia entre vigor de este frijol y el escaso vigor del maíz Población-30.

En las interacciones variedad de maíz por hábito de frijol, la mayor reducción de rendimiento del maíz La Posta - ocasionada por el hábito I es debida a la competencia que - - ejerce este hábito durante los primeros 25 días que se aprecian en la mayor tasa de crecimiento en el momento en que la tasa de crecimiento de La Posta es lenta, permitiendo de este modo al frijol sacar ventaja y al maíz recibir el sombreado que se ve acentuado por los folíolos más grandes que posee este hábito. Los efectos de esta fuerte competencia inicial sobre el maíz La Posta, consecuentemente se reflejaron en su bajo rendimiento.

Por otra parte el mejor rendimiento del maíz alcanzado por La Posta al asociarse con el hábito II/III se explica por la coincidencia cronológica de sus lentas tasas de crecimiento. Esta competencia no es tan fuerte como la que ocasiona el hábito IV que por su ciclo largo prolonga su período de competencia, tampoco se iguala a la competencia que hace el hábito I que es drástica en su período inicial. Además el traslape del ciclo vegetativo de este frijol (II-III) con el maíz La Posta no es muy prolongado.

Para el maíz Suwan-1, la mejor asociación se obtiene al asociarlo con el hábito I debido a que Suwan-1 tiene durante su período inicial de crecimiento tasas rápidas de crecimiento que contrarrestan en parte la rápida velocidad de crecimiento del frijol, evitando que el sombreado del frijol perjudique drásticamente los procesos fotosintéticos. En cambio, las reducciones que ocasionan los hábitos II/III se deben a que si bien éstos hábitos crecen más lentamente que el - - maíz Suwan-1, en cambio el traslape de sus ciclos vegetativos es más prolongado y debido a que la mayor productividad de -- los hábitos II/III y el IV son mayores respectivamente al hábito I, la misma que va negativamente relacionada con el rendimiento del maíz.

El maíz Población-30 debe la mayor reducción de su rendimiento a la asociación con el hábito IV, la que se explica en términos de diferencias morfológicas y fisiológicas entre el vigor, el ciclo vegetativo prolongado y fuerte capacidad trepadora del frijol que contrastan con la precocidad y la baja capacidad competidora de Población-30. La alta tasa de crecimiento en sus estadíos iniciales del maíz; si bien - le permiten desarrollarse rápido, no le son suficientes como para soportar la alta tasa de crecimiento del hábito IV en - sus fases posteriores, especialmente en la fase de inicio de floración de este maíz (46 días) que es cuando este tipo de frijol cubre con una masa densa de follaje a un maíz de es- caso vigor que en casos extremos y tratándose de frijoles -

más agresivos como los hábitos IVb, tienden a provocar tendimiento de raíz y tallo. Únicamente en esta asociación hábito IV y Población-30 se observó tendimiento con las familias de frijol muy vigorosas y agresivas. A éstos hechos deben sumarse el hecho indirecto que pudo tener el haber seleccionado las familias y líneas de este hábito durante la generación F₂ bajo el sistema asociado, que supone haber incluido genotipos de buena capacidad competitiva.

Contrariamente a los efectos anotados para este maíz la mejor asociación se logra con el hábito I, la que es favorecida por una coincidencia de sus altas tasas de crecimiento iniciales y el menor traslape de sus ciclos vegetativos, hecho que hace que el grado de competencia sea menor.

Desde el punto de vista de la obtención de máximos rendimientos de maíz en los sistemas asociados, La Posta aventa a los dos maíces restantes, hecho que se explica por su mayor capacidad de competir bajo este sistema. De buscarse un hábito con el cual asociar a este maíz, este correspondería al II/III con el que rinde en promedio 4.66 ton/ha. - - (0.36 ton/ha. menos que el monocultivo La Posta) muy similar al mejor monocultivo.

El análisis de correlación entre rendimientos de -- las variedades de maíz en los sistemas asociados con las familias de frijol establece que el maíz La Posta difiere en -- su capacidad asociativa respecto a Población-30, hecho que --

significa que las familias que permiten buen rendimiento con Población-30 no son las mismas que permiten buen rendimiento a La Posta ($r = -0.19NS$). En cambio entre Suwan-1 y Población-30 se observa una alta correlación positiva ($r = 0.64^{**}$) situación que sugiere que el comportamiento entre estas dos variedades frente a las familias de frijol es parecido. Entre La Posta y Suwan-1 existe una correlación negativa ($r = -0.46^{**}$) permite afirmar que las familias de frijol que permiten buenos rendimientos a La Posta, son las que más afectan a Suwan-1.

Esta situación descrita confirma como se verá posteriormente, la existencia de una diferente aptitud combinatoria general y específica para los genotipos de maíz y frijol.

Siguiendo un nivel más bajo de análisis, se observa que las familias que permiten mejores rendimientos de maíz, o de menores efectos competitivos para el hábito I muestran la existencia de una capacidad competitiva general con los tres maíces y una capacidad competitiva diferente con algún maíz en especial, es decir, que existen familias que por su baja capacidad general competitiva, serían seleccionadas para asociarlas con cualquiera de los tres maíces (por inhibir poco el rendimiento en promedio) y que también aparecen al seleccionar una asociación con un maíz en especial. Pero existen familias que únicamente se asocian bien (permiten buen rendimiento) con un solo genotipo de maíz. Tales casos con las familias 10 y 3 del hábito I que aparecen tanto

al seleccionar por su capacidad general como por su capaci--
dad específica. Pero que aparte de estas aparece la familia
6 que no figuraba en la selección general y desaparece la 7
en la especial y que figuraba en la general.

Similares situaciones se presentan en los hábitos --
II/III y IV, aunque en este último, el número de familias que
aparecen en la selección por baja capacidad competitiva gene--
ral y específica es menor, es decir el grado de asociación --
entre los dos sistemas es menor aun.

De estos hechos puede afirmarse que existen familias
de frijol de escaso grado de competencia (bajo nivel de reduc--
ción de rendimiento del maíz) en general y otras familias que
se comportan de diferente modo según el genotipo de maíz con
el que se las asocie. Por lo tanto, debe pensarse que la --
competencia es el fenómeno dinámico entre los dos genotipos
de maíz y frijol que depende sus características morfo-fisio--
lógicas y de productividad (velocidad de crecimiento, porte,
vigor, agresividad, ciclo vegetativo y rendimiento).

Las situaciones descritas, indican la presencia de
una interacción sutil entre los genotipos de las dos especies
y que potencialmente podrían dificultar o complicar el proce--
so de selección de genotipos adecuados para la asociación.
Además, indicarían la necesidad de una verificación del com--
portamiento de los genotipos en la asociación en las combina--
ciones posibles o una selección simultánea de las dos espe--

cies, tema de este trabajo.

Sin embargo, una situación que podría empezar a definir el problema sería el de identificar el cultivo, objetivo de la asociación.

Es decir, la selección de los genotipos de ambas especies deberá estar en función a la priorización de objetivos a maximizar en la asociación. Al respecto Willey (1979), indica que en el caso más simple que es la asociación de dos -- especies, podrían darse tres situaciones; maximizar el rendimiento de uno de ellos sin importar mucho el otro cultivo, maximizar el rendimiento de ambos y el tercero maximizar el ingreso.

Es en función precisamente del objetivo que debe pensarse en la selección de los genotipos o asociar. Para el - caso de maximizar el rendimiento de maíz dentro del sistema - el genotipo competitivo deberá corresponder al maíz, en este caso al maíz La Posta.

Finalmente, debe notarse que los resultados de este análisis pueden ser generalizados a otras zonas y otros genotipos de maíz que tengan las mismas características de crecimiento y morfología en general, las que ayudarían a buscar - una posible buena asociación.

Discusión de resultados para el frijol.

Las mayores diferencias de rendimiento registradas para los hábitos de crecimiento de frijol en monocultivo pueden ser explicadas en términos morfológicos y fisiológicos. El bajo rendimiento del hábito I obedece a su marcada precocidad, el cual ofrece un tiempo breve para la acumulación de -- fotosintatos. Al respecto Kohashi (1979) indica que el rendimiento depende los componentes fisiológicos de rendimiento - (acumulación de fotosintatos) y que una estimación de la eficiencia de la producción entre precocidad se obtendría al dividir el rendimiento biológico (peso seco total de la planta) y el rendimiento económico (peso de la semilla) entre los -- días a madurez.

Los mayores rendimientos del hábito II/III y los aun mucho mayores del hábito IV, son explicables en términos de -- sus ciclos proporcionalmente mayores, mayor número de nudos en el tallo, mayor número de ramas y nudos por rama, los cuales confieren un mayor potencial de formación de flores y vainas que incidirán favorablemente en un mayor rendimiento - - Kohashi (1979).

Para el hábito IV a éstos factores, además debe añadirse el efecto benéfico que otorga la espaldera al ampliar -- el área de despliegue fotosintéticamente activa para este tipo de frijol.

Estos mismos factores son responsables para el comportamiento del rendimiento para los hábitos de crecimiento en los sistemas asociados. Sin embargo, en las asociaciones para explicar los fenómenos observados, deben considerarse - en efectos de competencia y complementación que modifican el comportamiento general como se verá posteriormente.

Las diferencias marcadas de rendimiento para las familias y las líneas dentro, las familias del hábito I mayores a las observadas en los hábitos II/III y IV (detectadas por el análisis de varianza) obedecen al agrupamiento realizado durante la formación de las "familias" que más concretamente corresponden a genotipos carentes de parentesco. Contrariamente, las menores diferencias observadas entre las familias y dentro de ellas para los hábitos II/III y IV deben a su mayor parentesco entre y dentro de las familias, especialmente para las familias del hábito IV en la que se incluyeron 5 familias de alto rendimiento y 5 de bajo rendimiento.

Es precisamente, en base al rendimiento de las plantas F_2 seleccionadas en siembra asociadas y el de sus progenies F_3 en asociación que se obtiene un coeficiente de correlación altamente significativo $r = 0.53^{***}$, el mismo que mejoró su eficiencia al calcular la correlación entre rendimiento a nivel de familias.

Las correlaciones altamente significativas obtenidas ($r = 0.53^{***}$ para los rendimientos de las líneas F_2 y --

sus progenies, y $r = 0.83^{***}$ para las familias F_2/F_3) en asociación para el hábito IV, presentan un aspecto interesante - para el mejoramiento por rendimiento en generaciones tempranas.

La confirmación de este hecho podría permitir descartar familias completas de escaso potencial de rendimiento ya en la generación F_2 y reducir el manejo de material segregante. Al respecto, Davis, *et al* (1980) encontró que existe buena correlación entre rendimientos de familias de frijol F_3 y sus correspondientes generaciones siguientes. Indicó además que las mejores líneas siempre se encuentran en las mejores familias y que el método de selección en generaciones tempranas puede mejorarse si se emplean familias con más de una línea.

Otro aspecto de la investigación que permite apreciar la alta correlación entre familias F_2 y sus progenies - son los coeficientes de correlación para peso de 100 semillas en los hábitos II/III y IV que se aprecian en las Figuras 7 y 8, que reflejan un aspecto de la estimación de una alta heredabilidad progenie/progenitor (F_2/F_3).

Las reducciones de rendimiento de frijol 50% por efecto de la asociación con el maíz obedece a la mayor capacidad de competencia que posee el maíz que en todos los casos cuenta con un mayor ciclo vegetativo y su mayor altura de planta. Este nivel de reducción de rendimiento coincide

con el 50% por Lima Y Mafra (1979), quiénes también observaron que el maíz compite mejor que el frijol. Esta misma situación se aprecia en otros trabajos como los de Francis, *et al* (1977) y Serpa (1977) y que encontraron que los rendimientos de maíz por efecto de la asociación se afectan poco o nada, especialmente si se usan densidades óptimas, en cambio el frijol siempre se ve reducido en su rendimiento en contraposición al maíz que en poblaciones óptimas no reduce su rendimiento.

Al respecto Masaya (1979) atribuye estas disminuciones de rendimiento de frijol a la reducción del número de nudos por planta, nudos por rama y principalmente número de vainas por planta ocasionados por la absición de vainas que ocurren para compensar la reducción del comportamiento fotosintético (Fisher, 1975).

Las reducciones diferenciales de rendimiento de frijol observadas para los hábitos por efecto de la competencia del maíz pueden ser explicadas en términos de sus ciclos vegetativos y características morfológicas, los cuales permiten una mayor o menor superposición de sus ciclos vegetativos y a diferencias físicas entre los cultivos asociados como altura de planta conforme lo indica Clark (1978). Precisamente, las mayores diferencias entre características se deben a los hábitos de crecimiento. Al respecto Paniagua (1977) encontró que el hábito de crecimiento fue la característica más -

importante que determina el comportamiento varietal en casi todos los ambientes (maíces).

El hábito IV debe su mayor rendimiento en asociación a su mayor vigor, su mayor capacidad de trepar, su ciclo vegetativo más prolongado que le permite competir con mayor ventaja en relación a los hábitos I y II/III que deben soportar la competencia del maíz por un período relativamente mayor y cuyos follajes quedan a niveles más inferiores, recibiendo el efecto del sombreado del maíz.

Los maíces que más compiten con el frijol son La Posta y Suwan-1 especialmente con los hábitos I y II/III por sus características morfo-fisiológicas. Clark (1978), encontró que la diferencia entre la altura del frijol y el maíz y la variación en el parámetro altura entre los hábitos de crecimiento ocasionó asociaciones que varían de la casi igualdad al dominante represivo.

Las diferencias en competencia que ejercen los maíces sobre las familias específicas de cada hábito, deben sus efectos a la heterogeneidad varietal con respecto a la habilidad competitiva, la cual no solo se debe a causas ambientales, sino también a competencias interespecíficas (Guaselli, 1975).

Los resultados de la selección de familias de frijol en base al criterio de rendimiento de frijol permiten -

establecer que algunos genotipos de frijol que produjeron altos rendimientos en monocultivos también lo hicieron en asociación como ocurrió con las familias del hábito I que muestran mayor estabilidad en los medios ambientes (maíces), este hecho coincide con lo encontrado por Paniagua (1977) cuando dice que las variedades del tipo I fueron estables y presentaron un coeficiente de regresión igual a cero. Otros genotipos rindieron bien en monocultivo y mal en asociación, pero en general aquellas que produjeron altos rendimientos en monocultivo rindieron mal en asociación y viceversa. Estos hechos coinciden con las afirmaciones realizadas por Paniagua (1977) Lépiz (1977) y Davis (1979).

Las consideraciones anteriores permiten afirmar que no se puede seleccionar una variedad por su rendimiento en monocultivo cuando se pretende cultivarla en siembras asociadas y que además el comportamiento de ambos genotipos depende de la mutua aptitud competitiva y de complementación que exista en el tiempo y el espacio.

Discusión para los resultados de rendimiento maíz y frijol combinado.

El coeficiente de correlación negativo y altamente significativo muestra la relación inversa que existe entre los rendimientos de maíz y frijol. Indica que a medida que aumenta el rendimiento de uno de ellos, tiende a disminuir el otro. La magnitud de ésta disminución viene indicada por el coeficiente de regresión de (-0.79) que es algo inferior

al observado por Davis (1981) que encontró coeficientes entre -1 y -2, pero únicamente para genotipos volubles que son los que más competencia hacen al maíz. La reducción de 0.79 kg. de maíz por cada kg. de frijol que se gane encontrada en el experimento, permite apreciar la menor competencia que ejerce el frijol sobre el maíz, pese a la relación de plantas 3:1 a favorable al frijol.

Las reducciones de rendimiento de frijol y maíz en las asociaciones se explican en términos de hábito de crecimiento de frijol y en términos de vigor de planta en maíz. El hábito I que menos reduce el rendimiento de maíz, obedece a su escasa habilidad competitiva, en cambio el hábito IV que reduce más los rendimientos de maíz, por su mayor vigor posee mayor capacidad competitiva a punto tal, que al asociarla con un maíz precoz poco vigoroso (Población-30) -- tiene efectos represivos ocasionando acame de raíz y tallo.

El comportamiento diferenciado entre los dos subgrupos de familias en el hábito IV (familias de alto y bajo rendimiento de frijol en asociación) demuestran que el grupo de alto rendimiento, si bien corresponde a los más altos rendimientos de frijol, por el otro son los que más inhiben el rendimiento del maíz (Figura 7) hecho que sugiere la necesidad de seleccionar no solo en sistema asociado y solo considerando el rendimiento del frijol, sino que deben considerarse los rendimientos de ambos cultivos.

Para estas familias que son las más rendidoras de -- frijol en asociación y que van asociadas a un fuerte vigor, - debe pensarse en asociar con un maíz también de bastante vi-- gor como el que mostró La Posta.

El comportamiento diferenciado del maíz La Posta que reduce su rendimiento en mayor grado con el hábito I y en menor grado con los hábitos II/III y IV hace pensar que en el - éxito de la asociación, no solo actúan factores morfológicos como buscar un frijol de porte bajo y un maíz de alto, sino también considerar factores fisiológicos como son las tasas de crecimiento durante los traslapes temporales de sus ciclos. Pues resulta extraño que el hábito I, que es un frijol de -- porte bajo, de ciclo vegetativo corto y además de bajo rendi- miento, ejerza una fuerte competencia a un maíz vigoroso co- mo La Posta. Por el contrario, el hábito IV, un frijol de - ciclo largo y mucho vigor afecta en menor grado a este maíz.

Estas situaciones solo son explicables en términos de velocidad de crecimiento durante los períodos críticos -- seguramente con la mayor competencia de factores de produc-- ción (luz, nutrientes, etc., en un período en el que el otro cultivo aun no lo necesita).

El análisis de los resultados de las selecciones a practicarse en función a criterios de selección y para siste- mas asociados y monocultivo, permiten afirmar que las selec- ciones en monocultivo no coinciden en todos los casos con --

las selecciones en asociación. Además, los coeficientes de correlación negativos para los sistemas permiten observar la tendencia que existe para que los genotipos que mejor rinden en monocultivo sean los que rinden menos en asociación.

Los resultados de los rendimientos equivalentes indican que en general los sistemas asociados son más eficientes en cuanto a un mejor empleo de los factores de producción y que se lograrían mejores ingresos al asociar el frijol y el maíz, especialmente al asociar dos genotipos con aptitud competitiva buena como la que ofrecen el maíz La Posta y los hábitos III y IV de frijol.

De los resultados de los índices de Uso Equivalente de la Tierra se resume que el cultivo más dominante o competitivo corresponde al maíz y entre éstos al maíz La Posta de porte alto y buen vigor. Al respecto Fardin (1977) encontró que los maíces de porte más alto fueron más productivos que los de porte bajo y que no hubo influencia del porte del cultivar de maíz sobre el rendimiento de frijol.

Se puede hacer un uso más eficiente de la tierra hasta en un 60% más (UET = 1.60) al asociar dos cultivos como el maíz y el frijol, lo que reportaría un ahorro del 0.60 has. por cada dos hectáreas de terreno.

VI. CONCLUSIONES

Para maíz y frijol.

- = La mejor asociación por rendimiento equivalente (mayor ingreso bruto) se obtuvo al asociar las familias 4 y 5 del hábito IV con maíz La Posta.
- = Los sistemas asociados tuvieron índices de uso equivalente de la tierra y rendimientos equivalentes más altos que los monocultivos.
- = Es necesario fijar el objetivo del mejoramiento en los sistemas asociados. Según el objetivo de la selección en el sistema asociado, difieren los genotipos a incluirse en la selección dificultando el proceso de mejoramiento.
- = No se puede seleccionar una variedad por su rendimiento en monocultivo cuando se pretende cultivarla en asociación especialmente en hábitos II/III y IV en los cuales es necesario seleccionar tanto el genotipo de maíz como de frijol bajo sistema asociado. La selección de familias de frijol en generaciones tempranas F₂ bajo sistema asociado presentaron buena respuesta para rendimiento en sus progenies F₃ (hábito IV).
- = El comportamiento de ambos genotipos depende de la mutua actitud competitiva y de complementación en el tiempo y el espacio.

= En la obtención de asociaciones aceptables, algunos factores morfofisiológicos (velocidad de crecimiento, altura de planta, vigor, ciclo vegetativo y capacidad competitiva) de ambos cultivos, pueden ayudar.

Para maíz.

- = Hubo fuerte interacción entre los hábitos de frijol y los genotipos de maíz.
- = No se presentaron efectos a nivel de familias para el hábito I, pero si para los hábitos II/III y IV siendo esta última más fuerte.
- = El efecto de las líneas dentro de las familias para los hábitos I y IV fueron significativos especialmente para el hábito IV.
- = Se presentaron interacciones de las familias por los maíces especialmente en el hábito II/III.

Para frijol.

- = Fuertes diferencias entre hábitos.
- = Las diferencias entre sistemas asociación versus monocultivo fueron más importantes que las diferencias entre maíces.
- = Una parte substancial de las diferencias entre asociaciones versus monocultivo corresponden a los hábitos de crecimiento.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aidar, H. y Vieira, C. 1979. Cultura asociada de feijao - milho. III Efeitos de populacoes de plantas sobre o feijao da seca. Revista Ceres, 26 (147):465-473.
- Andrews, D.J. y Kassam, A.H. 1975. Importance of multiple cropping in increasing worldfood supplies. In Multiple Cropping Symposium (proceedings). American Society of Agronomy Annual Meeting, Knoxville, Tennessee, 24-29th May.
- Clark, E.A. 1978. Studies on competition between associated bean and maize crops. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie SE-21-78, 17 p.
- Claire, T. y Mansilla, E. 1976. Análisis de cultivos asociados de maíz y frijol en siembras simultáneas. En reunión de maiceros de la Zona Andina, 7a. Guayaquil, Ecuador. Memorias. Quito. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Davis, J. 1978. Mejoramiento de frijoles volubles para sistemas de asociación con maíz. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 7 p.
- _____ y García, S. 1979. Efectos de hábito de crecimiento en la productividad y la rentabilidad de la asociación maíz-frijol voluble. Presentado en la Reunión Anual del PCCMCA, 25a., Tegucigalpa, Honduras. Marzo, 19-23 p.

- Davis, J. 1979. Interacciones de genotipo por sistema de cultivo en frijol y maíz. Calí, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 21 p.
- _____, García, S. y Tejada, G. 1980. Selección en generaciones tempranas de frijoles volubles en asociación con maíz. Calí, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 16 p. Presentada en la Reunión Anual del PCCMCA, 26a. Guatemala. Marzo 1980.
- _____. 1981. Relaciones de competencia entre frijol y maíz en sistemas de asociación y sus inferencias para el mejoramiento genético. Calí, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 13 p.
- Desir, S. 1975. Producción de maíz y frijol común asociados segun hábito de crecimiento y población de plantas. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Universidad de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 41 p.
- Días, B.C. 1974. Algunos índices bioeconómico asociados as combinacoes multiculturais; feijao (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays* L.) e batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Thesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 111 p.
- Dyjkstra, J. y Vos de A.L. 1972. The evaluation of white clover (*Trifolium repens* L.) in monoculture and in mixture with grass. *Euphytica* 21:432-449.
- Fardim, F. 1977. Influencia de sistemas de consorciacao na productividade e uotras características agronómicas da milho e do feijao. Tese Mag. Sc. Lavras-MG. Brasil. Escuela Superior de Agricultura, 1977. 61 p.

- Fyfe, J.L. y Rogers, H.H. 1965. Effects of varing variety and spacing on yields and composition of mixtures -- of lucerne and tall fescue. J. Agr. Sci. 64:351-359
- Francis, C.A.; Flor, C.A. y Temple, S.R. 1975. Selección de variedades para sistemas de cultivo intercalado en los trópicos. Simposio sobre cultivos múltiples. Reunión Anual, Knoxville, Tennessee, Agosto 24-29.
- _____; Flor, C.A. y Prager, M. 1976. Contrastes agroeconómicos entre monocultivo de maíz y la asociación maíz-frijol. En Memorias de Reunión de Maiceros de la Zona Andina. 7a., Guayaquil, Quito, Ecuador. pp. 133-147.
- _____. 1977. Interacciones genotipo por sistema - en la asociación frijol-maíz. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 27 p.
- _____; Flor, C.A. y Prager, M. 1977. Potenciales de la asociación frijol-maíz en el trópico. Fito--tec. Latinoamericana.
- _____; Flor, C.A. y Prager, M. 1978. Effects of bean association on yields and yield components of maize. Crop Sci. 18:760-764.
- _____; Prager, M. and Laing, D.R. 1978. Genotype x environment interactions in climbing bean cultivars in monoculture and associated with maize. Crop Sci. 18 (2):242-246.
- _____; Prager, M.; Laing, D.R. and Flor, C.A. 1978. Genotype x environment interactions in bush bean - cultivars in monoculture and associated with maize. Crop Sci. 18(2):237-242.

- Guazzelli, R.J. 1975. Competicao intergenotipica em feijao (*Phaseolus vulgaris* L.) estimacao da capacidade competitiva. Tese Mag. Sc. Peracicãba, Brasil. Universidade de Sao Paulo. Escola Superior de Agricultura Luis de Querroz. 62 p.

- Hamblin, J. and Rowell, J.G. 1975. Breeding implications of the relationship between competitive ability and pure culture yield in self pollination grains crops. *Euphytica* 24(1):221-228.

- _____; Rowell, J.G. and Redden, R. 1976. Selection for mixed cropping. *Euphytica* 25(1):97-106.

- Hart, R.D. 1975. A bean, corn and manioc polyculture cropping system. I The effect of interespecific competition on crop yield. *Turrialba* 25(3):294-301.

- Hernández, X. y Ramos, A. 1977. Metodología para el estudio agro-ecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional. En agro-ecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Ed. E. Hernández Xolocotzi, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p.231-233.

- Kohashi-Shibata, J. 1979. Fisiología. In Engleman, E.M. Ed. Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados. pp. 39-57.

- Laing, D.R. 1978. Competencia en los sistemas de cultivos asociados de maíz-frijol. Reunión de Maiceros de la Zona Andina 8a. y Reunión Latinoamericana de Maíz 1a. Lima, Perú. Marzo 18-28. 174-181.

- Larios, J.F. 1979. Uso de energía en los sistemas de cultivo maíz-frijol en El Salvador. *Turrialba* 29(2):129-137.
- Lépiz, R.I. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México. Folleto Técnico No. 58.
- _____ . 1978. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis para Doctor en -- Ciencias, Especialidad Genética. Chapingo, México.
- Lima, G.R. y Mafra, R.C. 1979. Utilizacao do milho (*Zea mays* L.) como tutor para feijao (*Phaseolus vulgaris* L.) do tipo "volúvel" em um sistema consorciado de producao. *Pesquisa Agropecuaria Pernambucana* 3(2) 134-140.
- Masaya, S. 1979. Relación entre la asociación maíz-frijol y la distribución del rendimiento de la planta de frijol común. Guatemala, Instituto de Ciencia y - Tecnología Agrícolas.
- Pachico, D. 1982. Implicaciones de la estructura de producción y consumo de frijol en América Latina para el desarrollo de nueva tecnología. Cali, Colombia Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie SE-06-82. 23 p.
- Paniagua, G.C. 1977. Identification and stability analysis of traits important to yield of beans in associated culture. Ph.D. Thesis East Lansing, Michigan State University. Department of Crop and Soil Science. 76 p.

- Pessanha, G.G. 1980. Estudos sobre misturas de cultivares de feijao (*Phaseolus vulgaris* L.). Tese Ph.D. Vicosa-MG, Brasil, Universidade Federal de Vicosa. 96 p.
- Sanabria de Mojica, E. 1975. Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación - maíz-frijol cultivada en solución nutritiva. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Centro de - Enseñanza e Investigación Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales. 80 p.
- Serpa, J.E. 1977. Sistemas culturais milho-feijao: Comportamiento do milho e do feijao em cultivos consorciados e em faxias alternadas. Tese Mag. Sc. Vicosa, Brasil. Universidade Federal de Vicosa. 57 p.
- Soria, J.; Bazan, R.; Pichinat, A.M.; Paez, G.; Mateo, N.; Moreno, R.; Fargasm J. y Forsythe, W. 1975. Investigación sobre sistemas de Producción Agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba 25(3) 283-293.
- Tejada, G.; Davis, J. y García, S. 1979. Factores agronómicos en la asociación frijol-maíz. Calí, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 26 p.
- Toala, A.O. 1976. Influencia del microclima sobre el comportamiento fisiológico y rendimiento del frijol común y de costa asociado con maíz, yuca y plátano. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Universidad de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 135 p.

Willey, R.W. 1979. Intercropping. Its importance and research needs. Part. 1. Competition and yield advantages. Field Crop. Abstracts. Vol. 32 pp. 1-10.

APENDICE

CUADRO 1A CARACTERISTICAS DEL MAIZ LA POSTA EN MONOCULTIVO Y EN ASOCIACION CON LOS TRES HABITOS DE FRIJOL.

	Asoc. con Hábito I	Asoc. con Hábito II/III.	Asoc. con Hábito IV.	Monocultivo La Posta
Altura de planta a 25 días, cm.	42	51	48	55
Altura de planta a 45 días, cm.	152	180	174	214
Altura de planta a 65 días, cm.	253	273	276	304
Tasa de crec. 5-25 días, mm.	21	25	24	28
Tasa de crec. 25-45 días, mm.	54	65	63	79
Tasa de crec. 45-65 días, mm.	51	46	51	45
Número de hojas	16	16	16	16
Días a floración	63	63	63	64
Días a madurez	115	115	115	115
Tamaño de la hoja de maz., cm ²	625	672	635	799
Peso de 100 cm ² en cg.	67	79	69	72
Rendimiento maíz en kg/ha.	3693	4659	4066	5023

CUADRO 2A CARACTERISTICAS DEL MAIZ SUWAN-1 EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION CON
LOS TRES HABITOS DE FRIJOL

	Asoc. con Hábito I	Asoc. con Háb. II/III	Asoc. con Hábito IV	Monoc. Suwan-1
Altura de planta a 25 días, cm.	60	51	58	59
Altura de planta a 45 días, cm.	189	158	181	222
Altura de planta a 65 días, cm.	257	227	256	279
Tasa de crec. 5-25 días, mm.	30	25	29	30
Tasa de crec. 25-45 días, mm.	64	54	62	81
Tasa de crec. 45-65 días, mm.	34	35	38	28
No. de hojas	14	14	14	15
Días a floración	53	53	53	54
Días a madurez	103	102	102	103
Tamaño de la hoja de la maz. cm ²	604	527	551	710
Peso de 100 cm ² en cg.	75	71	64	74
Rendimiento en kg/ha.	4219	2948	3040	4696

CUADRO 3A CARACTERISTICAS DEL MAIZ POBLACION 30 EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION
 CON LOS TRES HABITOS DE FRIJOL

	Asoc. con Hábito I	Asoc. con Háb. II/III	Asoc. con Hábito IV	Monoc. Pobl. 30
Altura de planta a 25 días, cm.	56	54	57	62
Altura de planta a 45 días, cm.	175	179	195	238
Altura de planta a 65 días, cm.	216	202	215	257
Tasa de crec. 5-25 días, mm	28	27	28	31
Tasa de crec. 25-45 días, mm	69	62	69	88
Tasa de crec. 45-65 días, mm	10	11	10	10
No. de hojas	13	13	13	13
Días a floración	48	46	47	48
Días a madurez	92	90	91	92
Tamaño de la hoja de la maz. cm ²	485	474	511	660
Peso de 100 cm ² en cg.	65	67	61	64
Rendimiento en kg/ha	3192	2639	2105	4345

CUADRO 4A. CORRELACIONES ENTRE SISTEMAS ASOCIADOS PARA RENDIMIENTOS DE MAIZ EN ASOCIACION CON FAMILIAS DE FRIJOL.

Para Familias de Hábito I (8 g.l.)

<u>Variedad</u>	<u>La Posta</u>	<u>Suwan-1</u>
La Posta	-	-
Suwan-1	-0.018 NS	-
Población 30	-0.351 NS	0.008 NS

Para Familias de Hábito II/III (8 g.l.)

<u>Variedad</u>	<u>La Posta</u>	<u>Suwan-1</u>
La Posta	-	-
Suwan-1	-0.151 NS	-
Población 30	0.418 NS	0.368 NS

Para Familias de Hábito IV (8 g.l.)

<u>Variedad</u>	<u>La Posta</u>	<u>Suwan-1</u>
La Posta	-	-
Suwan-1	0.437 NS	-
Población 30	0.065 NS	0.663*

Para las 30 Familias (28 g.l.)

<u>Variedad</u>	<u>La Posta</u>	<u>Suwan-1</u>
La Posta	-	-
Suwan-1	-0.46**	-
Población 30	-0.19 NS	0.64**

* $P \leq 0.05$

** $P \leq 0.01$

HABITO.

CARACTERÍSTICAS	HABITO I				HABITO II'				HABITO II/III				PROM.		
	MON		ASOC		MON		ASOC		MON		ASOC		MON	ASOC	
Altura Pl. 25 días cm	39		39		26		28		62		54		42		40
Altura Pl. 45 días cm	58		61		101		104		240		165		133		110
Altura Pl. 65 días cm	59		62		109		110		287		221		152		131
Tasa de Crec. 5-25 días mm	20		20		13		14		31		27		21		20
Tasa de Crec. 25-45 días mm	9		11		38		38		89		56		45		35
Tasa de Crec. 45-65 días mm	0.7		0.7		3.8		3.0		35.0		46.0		13		16
Altura Opa 45 días cm	47		50		57		63		183		119		95		54
Altura Opa 65 días cm	44		46		47		56		200		138		97		72
Tasa de Crec. opa 45-65 días mm.	-1.3		-2.2		-4.4		-3.5		8.3		9.1		0.9		1.1
días a floración	34		34		38		38		38		38		37		37
Días a madurez	69		70		74		73		82		82		75		75
Eficiencia	3.9		4.3		3.1		4.0		2.9		3.5		3.0		3.9
Tamaño de hoja en cm ²	153		155		140		154		197		157		163		156
Peso seco 100 cm ² cg	31		28		29		25		24		22		28		25
Vainas por m ²	115		63		205		114		221		114		180		97
Semillas en 10 vainas	37		36		54		54		60		55		50		48
Peso de 100 semillas g	39		38		20		21		28		27		29		29
Rend. corregido kg/ha	1252		635		1918		1077		3188		1487		2119		1067

CUADRO 6A . CORRELACIONES ENTRE SISTEMAS PARA RENDIMIENTO
DE FRIJOL POR FAMILIA (8 g.l.)

HABITO I		MONOCULTIVO FRIJOL	ASOCIACION	
			LA POSTA	SUWAN - 1
Asociación	La Posta	0.83**	- -	- -
	Suwan - 1	0.83**	0.61 NS	- -
	Población - 30	0.78**	0.76*	0.81**

HABITO II/III		MONOCULTIVO	ASOCIACION	
			LA POSTA	SUWAN - 1
Asociación	La Posta	- 0.01 NS	- -	- -
	Suwan - 1	0.08 NS	0.78**	- -
	Población 30	- 0.26 NS	0.68*	0.79**

HABITO IV		MONOCULTIVO	ASOCIACION	
			LA POSTA	SUWAN - 1
Asociación	La Posta	0.44 NS	- -	- -
	Suwan - 1	0.24 NS	- 0.04 NS	- -
	Población 30	0.26 NS	0.33 NS	0.43 NS

* $p \leq 0.05$

** $p \leq 0.01$

CUADRO 7A. TABLA DE COEFICIENTES DE USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA PARA LAS ASOCIACIONES

FAM.	LA POSTA			SUWAN - 1			POBLACION-30			PROM. ASOC.		
	VETM	VETF	VET	VETM	VETF	VET	VETM	VETF	VET	VETM	VETF	VET
1	0.57	0.56	1.13	0.91	0.39	1.30	0.91	0.52	1.42	0.79	0.49	1.28
2	0.74	0.46	1.30	0.80	0.42	1.22	0.83	0.74	1.57	0.79	0.57	1.36
3	0.74	0.68	1.42	1.00	0.39	1.39	0.76	0.55	1.32	0.83	0.54	1.37
4	0.64	0.58	1.22	0.93	0.41	1.34	0.59	0.61	1.20	0.72	0.53	1.25
5	0.80	0.52	1.32	0.83	0.36	1.19	0.71	0.40	1.11	0.78	0.43	1.21
6	0.74	0.66	1.40	0.78	0.41	1.19	0.63	0.59	1.22	0.72	0.55	1.27
7	0.79	0.49	1.28	0.95	0.53	1.48	0.76	0.58	1.34	0.83	0.53	1.36
8	0.77	0.54	1.31	0.89	0.39	1.28	0.75	0.59	1.34	0.80	0.51	1.31
9	0.77	0.51	1.28	0.92	0.37	1.29	0.65	0.49	1.14	0.78	0.46	1.24
10	0.80	0.51	1.31	0.98	0.39	1.35	0.69	0.50	1.19	0.85	0.46	1.31
\bar{X}	0.74	0.56	1.30	0.90	0.40	1.30	0.73	0.56	1.29	0.79	0.51	1.30
1	0.94	0.46	1.40	0.63	0.52	1.15	0.65	0.56	1.21	0.75	0.51	1.26
2	0.89	0.43	1.32	0.78	0.50	1.28	0.54	0.55	1.09	0.76	0.49	1.25
3	0.99	0.66	1.64	0.58	0.64	1.22	0.60	0.71	1.31	0.73	0.67	1.40
4	0.91	0.49	1.40	0.43	0.63	1.06	0.54	0.66	1.20	0.64	0.59	1.23
5	0.97	0.45	1.42	0.75	0.48	1.23	0.68	0.50	1.18	0.81	0.48	1.29
6	1.00	0.42	1.42	0.76	0.46	1.22	0.78	0.45	1.23	0.85	0.45	1.30
7	0.78	0.60	1.38	0.66	0.73	1.39	0.49	0.72	1.21	0.65	0.68	1.33
8	0.91	0.45	1.36	0.69	0.51	1.20	0.56	0.67	1.23	0.73	0.54	1.27
9	0.83	0.52	1.35	0.61	0.69	1.30	0.69	0.62	1.31	0.71	0.61	1.32
10	1.02	0.50	1.52	0.40	0.66	1.06	0.56	0.68	1.24	0.67	0.61	1.28
\bar{X}	0.92	0.50	1.42	0.63	0.58	1.21	0.61	0.61	1.22	0.73	0.56	1.29
1	0.73	0.46	1.19	0.56	0.43	0.99	0.43	0.46	0.89	0.58	0.45	1.03
2	0.75	0.35	1.10	0.57	0.45	1.02	0.39	0.53	0.92	0.58	0.44	1.02
3	0.81	0.45	1.26	0.72	0.55	1.27	0.65	0.61	1.26	0.73	0.55	1.28
4	0.73	0.48	1.21	0.53	0.36	0.89	0.45	0.47	0.92	0.58	0.43	1.01
5	0.83	0.48	1.31	0.55	0.46	1.01	0.37	0.72	1.09	0.50	0.55	1.15
6	0.88	0.48	1.36	0.72	0.51	1.23	0.54	0.56	1.10	0.72	0.52	1.24
7	0.81	0.45	1.26	0.81	0.44	1.25	0.52	0.47	0.99	0.72	0.45	1.17
8	0.97	0.36	1.33	0.68	0.37	1.05	0.47	0.42	0.89	0.72	0.38	1.10
9	0.76	0.48	1.24	0.68	0.37	1.05	0.61	0.57	0.68	0.68	0.48	1.16
10	0.82	0.35	1.17	0.66	0.45	1.11	0.41	0.51	0.92	0.64	0.44	1.08
\bar{X}	0.81	0.44	1.25	0.65	0.44	1.09	0.48	0.53	1.01	0.65	0.47	1.12
$\bar{\bar{X}}$	0.82	0.50	1.32	0.72	0.47	1.18	0.61	0.57	1.18	0.72	0.51	1.23

VETM = Uso Equivalente de la tierra para maíz.
 VETF = Uso Equivalente de la tierra para frijol.
 VET = Uso Equivalente de la tierra para la asociación.

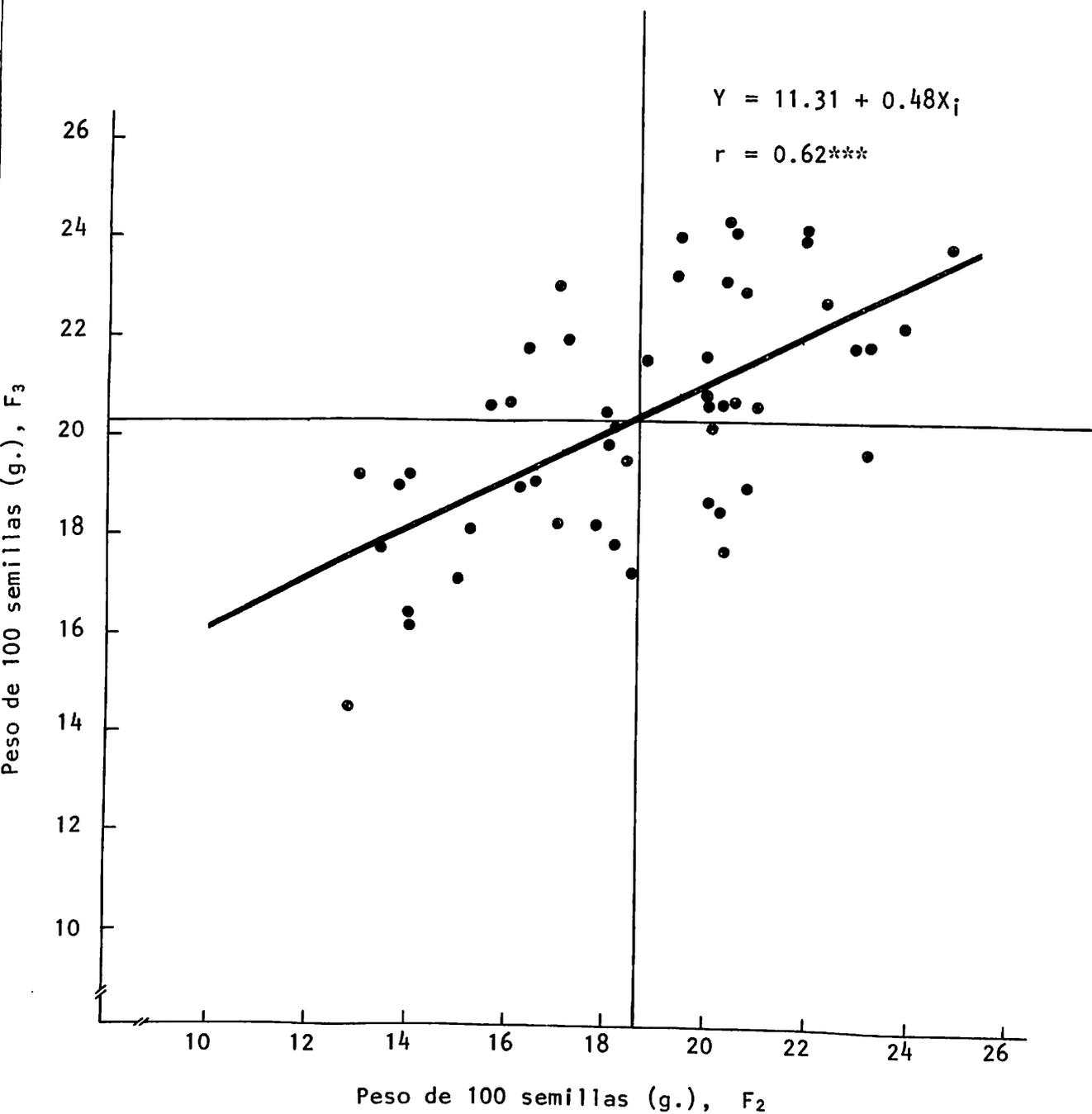


FIGURA 1A RELACION DE PESO DE 100 SEMILLAS DE LINEAS F₂ Y SUS PROGENIES F₃, HABITO II-III (50 LINEAS EN MONOCULTIVO)

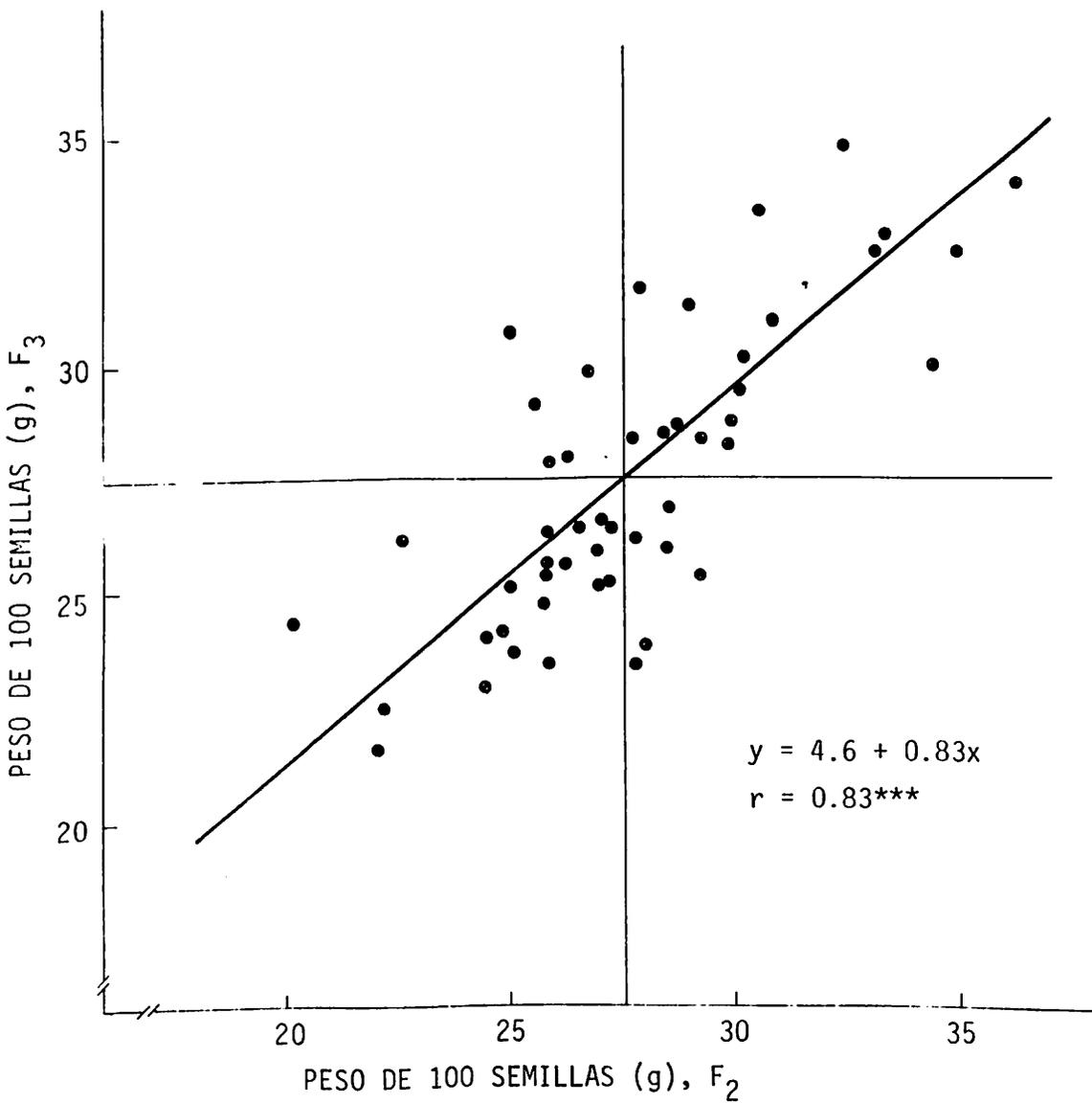


FIGURA 2A RELACION DE PESO DE 100 SEMILLAS DE LINEAS F_2/F_3
 HABITO IV (50 LINEAS EN ASOCIACION)

CUADRO 8. A. SUMAS DE CUADRADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS CARACTERISTICAS DEL MAIZ.

Fuente de variación	Tasa de crecimiento planta 25-45 días		Tasa de crecimiento planta 45-55 días		Altura de planta 25 a 45 días		Número de ho- jas		Área de la hoja de mazorca		Peso seco de ho- ja de mazorca		rendimiento maíz
	g.l.	MS	g.l.	MS	g.l.	MS	g.l.	MS	g.l.	MS	g.l.	MS	
Repeticiones	1	1.83	34.72	34.72	0.94	0.94	4.52	4.52	64315.0	64315.0	7.927	7.927	2119639.4
Sistema (H ₁ , H ₂ , H ₃)	3	51.33	24.66	7.62	44.40	1.89	87.70	1.30	178923.0	149363.6	11.631	8.177	995748.3
Manoc. vs Assoc.	1		26.67		13946.8	40.51	105.80	34.40	29559.6	29559.6	15.155	21.154	5994742.8
Error (a)	3	73.21	35.51		50.86				443785.1				3153028.8
Maíces	2	88.91	2312.26		39211.30	36245.90			1583646.9		330.602		24667996.5
Sistema x Maíces	5	131.08	18.82		139.96	431.50			478332.6		300.695		15561270.3
Manoc. vs Assoc. x Maíz	2		0.07		248.7	0.07			436.9		0.084		622205.3
Error (b)	4	109.54	131.79		64989.6	139.89	59.79	142.50	477895.7		102.478		23485666.5
Form. Llav./Hibridos	27	66.16	37.30		30.30	8.20	78.90		37077.9		92.054		4666734.0
Form. Hibrid. 1	9		29.33		16865.0				24.253		24.253		10854748.0
Form. Hibrid. 2	9		26.65		13218.0				31.753		21.282		27218871.0
Form. Hibrid. 3	9		10.18		11647.0				26.880		21.271		36372795.0
Form. Hibridos x Maíces	120	139.26	51.81		57483.0	351.3	161.10	46.40	718499.0		167.451		37531137.0
Form. Hibrid. 1 x Maíces	40		22.73		23832.0				409516.0		62.896		31656371.0
Form. Hibrid. 2 x Maíces	40		31.83		23738.0				46.000		38.030		79374639.0
Form. Hibrid. 3 x Maíces	40		55.62						47.130				
Form. Hibridos x Maíces	54	93.91	60.36		40981.0	129.4	147.90	40.30	541139.0		76.135		27431642.0
Form. Hibrid. 1 x Maíces	18		22.73		16561.0				16.827		36.140		12728059.0
Form. Hibrid. 2 x Maíces	18		35.45		12842.0				35.670		23.114		27647501.0
Form. Hibrid. 3 x Maíces	18		15.73		11578.0				25.820		27.881		40169063.0
Form. Hibridos x Maíces	40	295.35	357.18		55043.0	697.10	105.40	105.40	343896.0		111.625		46399613.0
Form. Hibrid. 1 x Maíces	80		47.95		39702.0				18.713		42439.3		57789180.0
Form. Hibrid. 2 x Maíces	80		47.95		31330				18.713		42439.3		57789180.0
Form. Hibrid. 3 x Maíces	80		26.11		51057.0				18.713		42439.3		57789180.0
Error (c) Rep. x Form. Hibridos	441	536.75	573.29		16711.1	16711.1	981.13	167.13	4427900.7		142.124		20178299.0
Rep. x Form. Hibrid. 1	147		195.46		30176.3				51961.3		91.472		11422461.0
Rep. x Form. Hibrid. 2	147		30.33		906.3				51961.3		91.472		11422461.0
Rep. x Form. Hibrid. 3	147		111.51		42993.0				1567406.3		95.472		31357050.0
T o t a l	173	1066.1	3657.73		42408.52	42408.52	48356.30	182.54	5257165.7		1776.877		47946653.0
Y		4.25	3.18		34.41	34.41	102.67	14.434	565.96		1.907		3404.2
Y Y		18.13	16.75		1.33	1.33	1.36	1.553	18.52		29.80		29.2

CUADRO 186. SIGMA DE CUADRADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS CARACTERISTICAS DEL MAIZ.

Variación	Tasa de crecimiento plantas 25-45 días.		Tasa de crecimiento plantas 45-65 días.		Altura de planta 65 días	Días a Floreó	Días a madurez.	Número de ho- jas.	Área de la hoja de mazorca.	Peso seco de ho- ja de mazorca.	Rendimiento maiz
	g.1.	g.2.	g.1.	g.2.							
(a)	1	1.83	34.72	7.82	22524.2	60.84	4.20	0.098	64515.0	0.977	33188.99.4
	3	51.33	24.66	1.67	62070.6	3.89	87.78	4.248	178923.0	1.993	69904424.1
	1		26.67	6.25	10964.8	42.51	105.40	3.982	149363.6	0.866	9957181.5
	2	72.21	35.53		72608.4	90.85		443785.1	29559.6	3.982	20123026.8
	2	80.91		2002.26	69160.0	6.87	85045.00	15.177	261846.9	0.126	33460798.5
	6	121.65	15.12		62320.3	139.26	140.50	15.071	478312.6	1.215	14765270.3
	2		0.07	0.20	64889.6	57.99	139.89	15.197	477895.7	0.084	662205.3
	8	120.54	97.66		21626.0	78.99	59.70	40.431	616351.1	1.197	147601085.0
	9	66.16	37.30		39720.0	50.20	78.99	54.883	370702.0	0.084	64666324.0
	9		29.13	14.50	16685.0	0.20	12.90	24.223	182321.0	40.501	10854728.0
	9		26.65	1.46	11218.0	13.60	22.10	3.750	128188.0	21.202	27188801.0
	9		10.19	19.21	11647.0	20.50	42.90	26.880	78584.0	21.571	26372785.0
	120	138.26	125.01		67483.0	321.3	163.10	160.197	1561307.0	367.451	16954902.0
	40	51.81	39.22		23832.0	59.59	46.40	66.987	739899.0	66.595	57531132.0
	40	31.83	24.51		12913.0	27.20	49.20	46.880	408312.0	62.835	35058071.0
	40	53.62	51.82		87782.0	258.50	67.60	47.130	117802.8	38.010	76974659.0
	54	93.91	60.35		40881.0	129.4	147.90	68.317	641139.0	76.135	77807202.0
	18	22.73	11.52		16261.0	21.78	40.30	16.627	225321.0	26.140	27431642.0
	18	35.45	22.78		12842.0	61.20	41.80	25.679	256223.0	22.114	32728059.0
	18	35.73	24.10		11578.0	61.20	63.80	25.820	147595.0	27.881	17647501.0
	240	293.25	37.18		125302.0	697.10	189.50	235.203	262475.0	311.625	232347922.0
	80	81.30	83.16		59043.0	97.50	105.40	78.733	642400.0	110.495	80188089.0
	80	87.95	280.69		39702.0	61.20	100.90	78.200	542829.0	127.424	86389673.0
	80	125.11	157.90		51057.0	58.20	131.20	79.270	838446.0	73.745	6789180.0
	441	536.75	572.29		263978.0	1623.1	961.10	534.260	446780.0	540.124	327661750.0
	147	188.66	141.10		100126.0	205.9	229.00	118.240	3600637.0	193.472	12017829.0
	147	219.61	226.91		70806.0	1267.3	461.70	187.540	1819370.0	189.025	114126401.0
	147				92893.0				1367495.0	165.657	9357050.0
Totals	905	1668.1	357.73		1479598.1	42408.52	88356.80	288.756	1523185.7	1776.677	1477946083.6
S.E.		6.28	3.18		240.9	54.41	102.67	14.404	581.86	3.927	4404.2
C.V.		18.10	36.76		10.4	3.33	1.36	7.583	10.82	29.80	29.2

ANEXO 9A. SUMAS DE CUADRADOS DEL ANALISIS DE VARIACION PARA LAS CARACTERISTICAS DE FRUTILLAS.

Factor de variación	g.l.	Altura de planta 85 días	Altura de copa 65 días	Días a floración clicr.	Días a madurez de la fruta	Tamaño de fruta bolita	Vainas por vaina	Semillas por 10 vainas	Porcentaje de 100 se- millas	Residuo
Repeticiones	1	3452.8	10531.7	7.76	48.00	1373.36	1373.36	0.01	3.76	501544.72
Tratamientos (S, H)	1	561225.1	2830591.2	376.60	3073.22	6725.17	19620.21	75335.53	5377.23	25352024.35
Error al	2	74994.8	40573.7	31.49	121.86	15123.68	13418.31	13.22	31.72	1981568.09
Var. entre bloques	3	100137.8	69030.8	4.69	39.69	13982.72	159186.43	172.11	47.74	2398234.56
Var. dentro de bloques	2	5663.5	68060.1	3.12	33.61	315.22	213.99	445.84	420.92	578937.14
Var. entre repeticiones	6	258375.8	238986.3	28.83	167.43	119113.07	8961.97	12111.93	55.91	53787625.13
Var. dentro de repeticiones	4	59648.6	18172.6	92.15	109.73	36933.44	27889.42	1946.28	475.99	2648421.12
Var. entre tratamientos	27	48667.0	31723.3	1291.83	7093.50	261003.28	135623.46	1819.69	2744.39	2218624.89
Var. dentro de tratamientos	3	14937.0	3481.4	526.46	1653.15	5824.22	1977.66	541.54	24052.94	3961513.80
Var. entre bloques	2	17202.0	8571.9	209.37	1743.95	4284.22	5707.62	5078.25	1625.28	4295522.00
Var. dentro de bloques	9	96038.0	20666.0	355.76	3693.40	162397.69	42024.93	3639.50	1762.37	13110536.20
Var. entre repeticiones	120	155797.0	37803.2	1791.0	7434.15	195015.74	286176.63	22465.55	11155.33	49866327.3
Var. dentro de repeticiones	40	50442.0	14983.3	1386.75	3938.25	116893.75	154402.65	15144.75	12137.09	21762679.0
Var. entre bloques	2	78403.0	7742.9	89.05	647.30	2327.73	3869.50	34.33	843.45	8628395.0
Var. dentro de bloques	40	76403.0	25655.0	315.27	2848.60	65152.27	82977.59	4771.45	2447.85	3559733.0
Var. entre repeticiones	81	42164.0	23756.9	169.13	1551.93	106971.78	98871.75	2143.23	355.44	1451391.90
Var. dentro de repeticiones	27	15407.8	12314.6	57.93	776.69	49860.17	61391.48	115.59	338.53	7959290.70
Var. entre bloques	54	26756.2	11442.3	111.22	775.24	61137.61	35129.27	152.58	336.91	1851384.6
Var. dentro de bloques	360	123322.5	43593.9	772.23	4864.65	194613.31	257704.75	10436.85	1336.58	48438962.3
Var. entre repeticiones	240	113370.0	55549.0	699.79	6301.39	120193.31	345725.0	19938.40	927.97	2179943.24
Var. dentro de repeticiones	598	10432.0	10821.0	122.42	671.72	15221.21	11745.87	513.37	1626.46	59774862.8
Var. entre bloques	196	10432.0	3983.1	122.42	563.13	4572.03	4572.03	170.56	2698.59	1229197.0
Var. dentro de bloques	196	94939.0	39839.0	122.42	373.28	58233.0	10744.21	1528.99	654.79	1229197.0
Var. entre repeticiones	199	772686.5	3402999.6	3395.37	53287.66	1352542.3	991089.66	26733.61	11355.68	77144373.50
Var. dentro de repeticiones	1199	136.11	44.2	36.72	75.13	157.88	137.77	48.42	39.81	117.7
Var. entre bloques	8	15.99	16.8	3.61	4.41	14.54	14.54	1.14	9.41	117.7