

6702

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SELECCIONES AVANZADAS DE FRIJOL VOLUBLE CON  
MAÍCES DE DIFERENTES PERÍODOS VEGETATIVOS EN ASOCIACIÓN Y MONOCULTIVO

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados Universidad Nacional  
Instituto Colombiano Agropecuario ICA

Por:

Néstor Felipe Angulo Ramos

Como requisito parcial para optar al Grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

Bogotá, Colombia

1986

AVANZADAS - SAMSUNG 5573

TESIS APROBADA POR EL COMITE CONSEJERO

MANUEL TORREGROZA C. I.A., Ph. D.

Manuel Torregroza C.

JULIA KORNEGAY I.A., Ph. D.

Julia Kornegay

ORLANDO MARTINEZ I.A., Ph. D.

Orlando Martinez

"El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador de Grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el Candidato".

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional).

A mis padres

A mi esposa

A mis hijos

INSTITUTO AGROPECUARIO  
DE COLOMBIA

#### AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

Al Instituto Colombiano Agropecuario, por permitirme adelantar estudios y los recursos para la realización del presente trabajo.

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, por la colaboración prestada en este trabajo.

A la Universidad Nacional por su aporte en el Programa de Graduados.

Al Comité Consejero Integrado por los doctores: Manuel Torregroza C., Julia Kornegay y Orlando Martínez, por su valiosa orientación para la terminación y presentación del presente trabajo. A Jeremy Davis como primer integrante del Comité Consejero. A Daniel Marino Rodríguez por su colaboración en la terminación del trabajo. Igualmente a Miriam Alicia Torres M. por su colaboración en la mecanografía y organización de este documento.

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 GENERALIDADES	4
2.2 DEFINICION DE TERMINOS	5
2.3 IMPORTANCIA DE LA ASOCIACION DE CULTIVOS	6
2.4 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA ASOCIACION	7
2.5 INTERACCION GENOTIPO X SISTEMA	8
2.6 EFECTOS DE COMPETENCIA	11
2.7 EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO	16
2.8 HABITOS DE CRECIMIENTO	25
3. MATERIALES Y METODOS	27
3.1 MATERIALES	27
3.2 METODOS	27
3.2.1 Localización.	27
3.2.2 Diseño Experimental.	28
3.2.3 Sistemas de Siembra.	33
3.2.4 Características Agronómicas Evaluadas.	34
4. RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1 EFECTO DEL MATERIAL DE FRIJOL SOBRE SUS CARACTERISTI- CAS AGRONOMICAS	37
4.1.1 Días a Floración.	37
4.1.2 Altura de Plantas.	41

	Página	
4.1.3	Número de Nudos y de Ramas.	41
4.1.4	Número de Semillas por Vaina.	43
4.1.5	Peso de 100 Semillas.	44
4.1.6	Rendimiento de Fríjol.	44
4.2	EFFECTO DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE LAS CARACTERIS- TICAS AGRONOMICAS DEL FRIJOL	48
4.2.1	Días de Siembra a Floración.	48
4.2.2	Altura de Plantas.	51
4.2.3	Número de Nudos y Ramas.	54
4.2.4	Número de Semillas por Vaina.	56
4.2.5	Peso de 100 Semillas.	56
4.2.6	Efecto del Sistema de Cultivo sobre los Rendimien- tos.	57
4.3	EFFECTO DE LOS GENOTIPOS DE MAIZ SOBRE LAS CARACTE- RISTICAS AGRONOMICAS DE FRIJOL	59
4.3.1	Altura de Plantas.	59
4.4	EFFECTO DE LA INTERACCION MAIZ - FRIJOL	62
4.5	EFFECTO DE LA INTERACCION AÑO X MATERIALES DE FRIJOL	64
4.6	EFFECTO DE GENOTIPOS DE MAIZ SOBRE SUS CARACTERIS- TICAS AGRONOMICAS	66
4.6.1	Altura de Plantas.	66
4.6.2	Número de hojas por Planta y Ancho de Hoja.	69
4.6.3	Número de Mazorcas por Planta.	69

4.7	EFFECTO DE GENOTIPOS DE MAIZ SOBRE SUS RENDIMIENTOS	69
4.8	EFFECTO DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE CARACTERISTI - CAS AGRONOMICAS DE MAIZ	71
4.8.1	Rendimiento.	71
4.9	EFFECTO DE LOS MATERIALES DE FRIJOL SOBRE CARACTE - RISTICAS AGRONOMICAS DE MAIZ	74
4.10	EFFECTO DE LA INTERACCION MAIZ X FRIJOL SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ	76
4.11	EFFECTO DE AÑO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ	76
5.	CONCLUSIONES	79
6.	RECOMENDACIONES	82
7.	RESUMEN	83
8.	SUMMARY	85
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	87
	APENDICE	97

## LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Cuadrados medios de la variable días a floración y peso de 100 semillas en asociación con maíz. CRI Obonuco 1981-1982.	38
TABLA 2. Cuadrados medios de las características agronómicas de frijol voluble en monocultivo y asociado con maíz. CRI Obonuco, año 1982-1983.	39
TABLA 3. Días de siembra a floración de materiales de frijol voluble en asociación con tres genotipos de maíz de diferentes períodos vegetativos. CRI Obonuco 1981-1982.	40
TABLA 4. Características agronómicas de 10 genotipos de frijol voluble. CRI Obonuco 1982-1983.	42
TABLA 5. Peso de 100 semillas de materiales de frijol voluble en asociación con tres genotipos de maíz de diferente período vegetativo. CRI Obonuco 1981-1983.	45

TABLA 6.	Efecto de genotipos de maíz sobre los rendimientos de materiales de frijol voluble en asociación CRI Obonuco 1981-1983.	46
TABLA 7.	Cuadrados medios de rendimiento de frijol en asociación con maíz en dos años. CRI Cbonuco 1981-1983.	47
TABLA 8.	Características agronómicas (promedio) de frijol en los sistemas de monocultivo y asociación. CRI Obonuco 1982-1983.	52
TABLA 9.	Efecto de la interacción de los sistemas de cultivo y los genotipos de frijol sobre la altura de las plantas de frijol a los 160 días después de la siembra. CRI Obonuco 1982-1983.	53
TABLA 10.	Rendimientos (kg/ha) de materiales de frijol voluble en dos sistemas de cultivo. CRI Obonuco, años 1982-1983.	58
TABLA 11.	Datos promedios de la altura de las plantas de frijol afectadas por la asociación con maíz. CRI Obonuco 1982-1983.	60

TABLA 12.	Rendimientos promedios (kg/ha) de materiales de frijol voluble en asociación con tres genotipos de maíz en dos años. CRI Obonuco 1981-1983.	65
TABLA 13.	Cuadrados medios de características agronómicas de maíz en monocultivo y asociado con frijol voluble. CRI Obonuco 1982-1983.	67
TABLA 14.	Resultados de características agronómicas de tres genotipos de maíz en asociación. CRI Obonuco 1982-1983.	68
TABLA 15.	Cuadrados medios de rendimiento de genotipos de maíz en asociación con variedades de frijol en dos años de experimentación. CRI Obonuco 1981-1983.	70
TABLA 16.	Rendimiento de genotipos de maíz en asociación con materiales de frijol voluble. CRI Obonuco 1982-1983.	72
TABLA 17.	Rendimiento promedio (kg/ha) de genotipos de maíz en dos sistemas de cultivo. CRI Obonuco 1982-1983.	73

TABLA 18.	Efecto de los materiales de frijol sobre los rendimientos de maíz en asociación. CRI Obonuco, 1981-1983.	75
TABLA 19.	Efecto del año sobre los rendimientos de maíz. CRI Obonuco 1981-1983.	77

COLOMBIA

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Plano de campo del experimento sobre evaluación agronómica de líneas de frijol y genotipos de maíz en asociación y monocultivo. Obonuco 1982.	29
FIGURA 2. Número de nudos de plantas de frijol Vs. rendimientos. CRI Obonuco 1982.	49
FIGURA 3. Número de ramas de plantas de frijol Vs. rendimientos. CRI Obonuco 1982.	50
FIGURA 4. Altura de plantas de frijol vs. Rendimientos. CRI Obonuco 1982.	50A
FIGURA 5. Efecto de los sistemas de cultivo sobre la tasa de crecimiento del frijol. CRI Obonuco 1982.	55
FIGURA 6. Efecto de los dos sistemas de cultivo y de cada maíz sobre la tasa de crecimiento. CRI Obonuco 1982.	61
FIGURA 7. Rendimiento de materiales de frijol asociados con tres genotipos de maíz. Promedio de dos años. CRI Obonuco.	63

LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

	Página
TABLA 1. Índices de correlación entre características agronómicas del frijol. CRI Obonuco 1982-1983.	98
TABLA 2. Análisis de regresión del número de nudos por planta de frijol vs. rendimientos.	99
TABLA 3. Análisis de regresión del número de ramas por planta de frijol vs. rendimientos.	100
TABLA 4. Análisis de regresión de la altura de plantas de frijol vs. rendimientos.	101
TABLA 5. Índices de correlación entre características agronómicas de maíz. CRI Obonuco 1982-1983.	102
TABLA 6. Resultados de fertilidad de suelos de los lotes 9 y 4. CRI Obonuco 1981-1983.	103

LISTA DE FIGURAS DEL APENDICE

	Página
FIGURA 1. Distribución mensual de la precipitación.	104

## 1. INTRODUCCION

La práctica agronómica de asociar cultivos es ampliamente usada en fincas pequeñas en muchos países en vías de desarrollo. En el pasado se ignoró esta realidad, hasta el punto que la investigación agrícola se enfocó hacia el desarrollo de una tecnología, cuyo objetivo era una producción más eficiente de monocultivo (21).

La asociación maíz-fríjol 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 (50).

La marcada preferencia de los pequeños agricultores por estos sistemas asociados se fundamenta en razones de tipo socio-cultural y económico, reducción de riesgos, estabilidad en la producción, balance en la dieta y empleo eficiente de recursos (21).

Los frijoles volubles son ampliamente sembrados en tierras montañosas y requieren de un soporte, el cual es proporcionado por el maíz. Es un sistema que aceptan y practican los agricultores de estas zonas, utilizando variedades en su mayoría nativas.

En Colombia, aproximadamente el 85% del frijol que se cultiva,

pertenece a las variedades de tipo voluble sembradas en asocio con maíz, especialmente en los Departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Santanderes. Las explotaciones se caracterizan por estar situadas en zonas de ladera, en parcelas pequeñas y con una tecnología transmitida y continuada generación tras generación.

De la evaluación de variedades criollas y mejoradas de maíz y frijol en diferentes ambientes, se ha concluido que no todas las variedades que presentan buenas características agronómicas y altos rendimientos en monocultivo son óptimas para la asociación (14).

En los últimos años se ha venido trabajando en el mejoramiento del frijol voluble, obteniéndose por medio de selección varios materiales promisorios. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo general, seleccionar un genotipo de maíz y una variedad de frijol, que presenten una conveniente capacidad de asociación y buenos rendimientos y constituyan además una alternativa de las variedades que actualmente utiliza el agricultor.

Para el efecto se llevó a cabo el presente estudio en el Centro Regional de Investigación "Obonuco" del ICA, durante los períodos comprendidos entre Octubre 1981 - Agosto 1982 y Octubre 1982 - Agosto 1983.

Como objetivos específicos se pretende:

1. Determinar entre los materiales de frijol, las siguientes características agronómicas: días de siembra a floración y a madurez fisiológica; altura de plantas; número de nudos por planta y rendimiento, y en los de maíz, altura de planta; número de mazorcas por planta, ancho y largo de la hoja y rendimiento.
2. Evaluar el comportamiento de los materiales de maíz y frijol en los sistemas monocultivo y asociación.
3. Medir el efecto de interacción de maíz x frijol.
4. Comparar el rendimiento de maíz y frijol en dos años de siembra.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
C. R. C. C. C. C.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

La práctica del empleo de sistemas de cultivos múltiples por parte del pequeño agricultor, tiene una historia casi tan antigua como la de la agricultura (26). Estos sistemas tradicionales hasta hace pocos años habían merecido poca atención de los investigadores; sin embargo, en la actualidad se ha despertado un interés creciente por los cultivos múltiples, debido al continuo incremento demográfico; a la diversificación de dietas; al empleo de la mano de obra y a las fuentes de ingreso en el sector rural (39).

Entre la gran diversidad de cultivos que se incluye en las asociaciones (papa, maíz, frijol, yuca, haba, quinua, arracacha, etc.) la asociación maíz-frijol resulta ser una de las más frecuentes en América Latina. Posiblemente a ello se deba que el frijol y el maíz se constituyan en la leguminosa y gramínea más consumidas en esta parte del continente (41).

En las tierras altas de América Latina, a lo largo de las Cordilleras, los frijoles volubles son bastante cultivados, utilizando generalmente el maíz como soporte; bien sea en asociación directa o en relevo. En Colombia en las regiones altas de los Departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Santanderes, se cultiva frijoles trepadores, agresivos y de ciclos vegetativos largos, asociados

con maíces altos y tardíos, alcanzando a ocupar aproximadamente el 85% del frijol común que se cultiva en todo el territorio (11).

## 2.2 DEFINICION DE TERMINOS

Varios autores (50, 8, 30, 53) han propuesto diferentes definiciones sobre "Cultivos Múltiples", inclusive el término "asociación". Una de estas definiciones dice: cultivo múltiple es la asociación de dos o más cultivos, sobre el mismo suelo, en una estación de crecimiento, dependiendo su eficiencia del número y tipo de cultivos que puedan ser sembrados y de la duración de su desarrollo (50).

Asociación se define: cuando el ciclo de crecimiento y producción del cultivo principal, cubre todo el ciclo de crecimiento y producción del cultivo acompañante (49). Tobón (54) después de estudios realizados en zonas de minifundio en Colombia, concluyó que la asociación de cultivos se mantiene cuando dos o más cultivos se siembran en el mismo día, en el mismo sitio y conviven todo o parte del ciclo vegetativo.

Hart (28) definió "asociación de cultivos" 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 limitante o potencialmente limitante.

Esta definición implica que cada cultivo estará afectado por competencia con las otras especies componentes del sistema. Como conse-

cuencia el rendimiento de una especie individual será menor cuando es asociado que en monocultivo.

### 2.3 IMPORTANCIA DE LA ASOCIACION DE CULTIVOS

Una de las características más notables del sistema asociado es que cualquier variación que influya en el crecimiento y desarrollo de las plantas, resultará en una ventaja selectiva de uno de los cultivos sobre el otro. Esta interacción dinámica entre los cultivos asociados, trae una mayor estabilidad de producción del sistema como un conjunto, con un menor riesgo de pérdida total para cualquier factor, presión física o enfermedad de una de las especies (26).

En varios trabajos se evidencia que el beneficio económico de las asociaciones en la mayoría de los casos, es significativamente más alto que el de los monocultivos, siendo una buena alternativa para el uso de los recursos del campesino. La ganancia combinada de ambos cultivos en la asociación, supera sistemáticamente a la ganancia que se obtiene al sembrar fríjol ó maíz solos. Los sistemas de alternativas probados de monocultivo de maíz y fríjol con variedades mejoradas, con fertilización y mayores densidades de población, no fueron superiores en ingresos netos a los sistemas agrícolas tradicionales (28, 33, 53).

La disminución de riesgos, en el sistema de asociación, junto al mayor beneficio económico, demuestran la racionalidad de estos sistemas agrícolas tradicionales y su persistencia en los distintos países

del área. Por otra parte, los monocultivos, sistema de siembra de una sola variedad a densidades altas de población, en extensiones y con uso de maquinaria, tiene una productividad elevada y se los considera como una evolución de la agricultura. Sin embargo, también se dice que es el sistema más delicado e inestable (24).

#### 2.4 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA ASOCIACION

Entre los principios fundamentales de la asociación de cultivos, se incluyen los factores fisiológicos, agronómicos, genéticos, patológicos, entomológicos, económicos, nutricionales y culturales (26).

Desde el punto de vista fisiológico, se plantea la forma de cómo aprovechar al máximo los recursos disponibles durante el ciclo anual. El problema fundamental es la competencia por luz, agua y nutrientes que existe entre los dos cultivos durante su crecimiento y desarrollo.

Teniendo en cuenta el aspecto agronómico, la asociación de cultivos no presenta problemas especiales en zonas de minifundio, ya que las labores son manuales y el uso de mano de obra familiar. Las posibilidades de mecanización, la preparación del suelo, la siembra y cosecha dependen del sistema de siembra de que se trata.

El control de malezas se realiza en estas zonas generalmente a mano, ejerciendo la asociación en conjunto mayor competencia para la invasión de malezas que en sistemas de monocultivo. Cuando se trata de un

control químico se necesita un producto o mezcla de productos que no afecte a ninguno de los dos cultivos.

En ciertos sistemas de asociación, la proximidad de los cultivos ejerce cierta protección de uno respecto al otro, en lo referente al ataque de insectos y enfermedades. En condiciones del CIAT, se ha visto reducido el ataque del cogollero del maíz en comparación con el monocultivo, cuando se sembró la asociación maíz-fríjol (26).

Entre las ventajas del sistema de cultivos asociados están: la diversificación de cultivos en varios lotes de la misma finca, mayor beneficio económico y menores riesgos con respecto a cambios de precios por la obtención de dos cosechas, mejora la nutrición familiar y utilización relativa de mano de obra familiar. Además hay una mejor conservación del suelo, producción con baja utilización de insumos, menor incidencia de malezas, plagas y enfermedades (26).

## 2.5 INTERACCION GENOTIPO X SISTEMA

La decisión de tamizar y seleccionar material promisorio, aprovechando más de un sistema, depende de la magnitud de las interacciones de variedades por sistema, medida por la producción de varios genotipos bajo dos o más sistemas (14).

El sistema de cultivos asociados presenta una variación en cuanto a la evaluación de su producción, respecto a los sistemas de monoculti-

vo, derivado de la necesidad de sumar distintas unidades ó asignar valores a distintos productos obtenidos. Esta evaluación cobra importancia tanto para comparar variedades de las especies en asociación dentro de un sistema dado, para los efectos de elegir la mejor asociación, como para el caso de hacer evaluación entre sistemas (13).

Es posible que las variedades destinadas a siembras en asociación deban ser mejoradas específicamente para ese propósito. Aparentemente pueden existir combinaciones específicas de maíz y frijol que son mejores que otras y que los genotipos involucrados en tales combinaciones no son necesariamente los de mayor producción en monocultivo. Por lo tanto, la selección de una variedad de frijol para un determinado sistema no necesariamente constituye una selección para otro sistema distinto (14).

Se han realizado diferentes estudios para desarrollar los métodos que determinan la interacción genotipo por sistema. La determinación y el grado de interacción genotipo por sistema definirá si es o no importante la selección de genotipos específicos para el sistema asociado. El análisis de varianza, es uno de los métodos más utilizados en el estudio de la interacción genotipo por ambiente en el cual la magnitud relativa entre los valores de  $F$  para los genotipos, sistemas y genotipos por sistemas decidirán la importancia o no de seleccionar genotipos por cada ambiente (24).

Otra de las metodologías consiste en el empleo de la regresión de

los rendimientos entre dos sistemas de cultivo, en el que el grado de significancia estadística de la correlación permite apreciar la tendencia general de los genotipos, pero no tanto la importancia de la interacción. Por lo anterior, la presencia de unos pocos genotipos con buen comportamiento en un sistema, pueden no repercutir en el comportamiento general de los genotipos (24).

Davis (14), de la evaluación de variedades de frijol voluble en dos sistemas de cultivos en CIAT, encontró que las variedades de frijol tuvieron efecto significativo sobre el rendimiento de maíz con una relación negativa entre los rendimientos de los dos cultivos ( $r=-0.33$  y  $-0.48$ ) debido a la competencia entre el frijol voluble y el maíz. Hubo un coeficiente de varianza (Prueba F.), más grande entre variedades en monocultivo que en asociación. Por eso se puede seleccionar variedades para rendimiento con más exactitud en el sistema de monocultivo, bajo las mismas condiciones ambientales. Lo anterior depende de la magnitud de la interacción variedad por sistema de cultivo.

Por otra parte, existe una interacción significativa entre sistemas de cultivo, lo cual significa que es necesario probar los materiales bajo el sistema más indicado para el agricultor. Hay un efecto negativo del maíz sobre el frijol debido a la competencia, y a la vez hay un efecto potencialmente positivo que es el soporte que le da el maíz al frijol trepador.

Este mismo autor al evaluar genotipos de maíz con varios de frijol

voluble, encontró que no hubo interacción significativa entre genotipos de frijol con genotipos de maíz, pero sí una interacción entre monocultivo y asociación. La interacción puede explicarse en términos del hábito de crecimiento, produciendo mucho mejor las variedades más vigorosas de frijol (tipo IV b) en asociación que en monocultivo en relación con otros hábitos de crecimiento.

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

El grado de interacción y la subsecuente reducción en el rendimiento entre cultivos asociados depende en gran parte de la superposición temporal de sus ciclos de crecimiento. Las diferencias morfológicas, como tamaño del follaje, volumen del sistema radical y densidades de población que presenten los genotipos de maíz y frijol asociados, determinan si la interacción será igual o menor con un cultivo claramente dominante. Además las diferencias de altura (hábito de crecimiento) entre el frijol y el maíz, ocasionó asociaciones de los cultivos que variaban de la casi igualdad a dominante represivo (14).

## 2.6 EFECTO DE COMPETENCIA

Respecto a la competencia entre plantas, Clemente y otros (7), la

definen como el resultado de las reacciones de una planta sobre los factores físicos que están cerca de ella, sin importar qué tan cerca estén dos plantas, ya que éstas no compiten si el contenido de luz, agua y nutrientes se encuentra en cantidades suficientes para suplir las necesidades de ambas, de lo contrario sí habría competencia. Fisher (19) señala que la intercepción de luz por las hojas de maíz fue escasa hasta una etapa avanzada de vida del frijol.

La gama de situaciones que se presenta en los cultivos múltiples, produce distintos grados de competencia interespecífica, que varía en función al ciclo vegetativo, a la fecha de siembra y al genotipo de frijol (26).

Según Lepiz (34) la siembra conjunta de dos cultivos produce una serie de competencias interespecíficas por nutrientes, humedad, pero esencialmente por luz y como consecuencia hay reducción en los rendimientos de dos cultivos en función a su grado de competencia.

Cuando dos cultivos crecen asociados, puede suceder que uno de ellos tenga una mayor habilidad para aprovechar mejor la luz, el agua y los nutrientes. Pero si estos cultivos (maíz-frijol), tienen hábitos contrastantes respecto al follaje, altura, distribución radicular y otros caracteres morfológicos y fisiológicos, puede haber la posibilidad de que aprovechen más eficientemente los factores ambientales y mejoren sus rendimientos, que cuando se siembran solos (38).

Flor y Francis (20) concluyen que se hace necesario un mejor conocimiento del sistema de asociación, teniendo en cuenta situaciones de competencia por luz, agua y nutrientes entre el maíz y el frijol, como también modificar genéticamente las plantas, para lograr mayores producciones en cultivos múltiples.

Davis (12) en su trabajo sobre relaciones de competencia entre frijol y maíz en sistemas de asociación y sus ingerencias para el mejoramiento genético, empleando materiales de diferentes hábitos de crecimiento (IIIb, IVa, IVb), indicó que los genotipos del frijol más competitivos tienen los rendimientos más altos en asociación con maíz. Sin embargo, en monocultivo las variedades de menor capacidad competitiva tendían a ser las más productivas. Las variedades más competitivas son más altas, más tardías y de hábitos de crecimiento IVb. En cuanto al maíz las de porte alto son las variedades más competitivas.

Es muy importante considerar, si se quiere sembrar especies asociadas, la capacidad de competencia de las especies cultivas y la habilidad para establecerse en forma asociada con otra planta, habilidad propia de cada especie que se manifiesta cuando las condiciones son favorables (27).

Pessanha (43), en un estudio sobre los efectos de las combinaciones de variedades de frijol en cultivos mixtos bajos diferentes poblaciones de plantas y fertilización, observó que la competencia interespecífica comienza a los 20 días después de la emergencia de las plantas y

que las variedades con mayor altura, mayor peso de materia seca total, mayor área foliar y mayor número de semillas por área, resultaron ser las más competitivas en las combinaciones. Por otra parte, Lepiz (34) y Toala (53) encontraron que la mayor competencia intergenotípica en la asociación maíz-fríjol era por luz. Lepiz (34) además, manifiesta que el fríjol en asociación, debido a la disminución de la intensidad lumínica causada por la presencia del maíz, redujo los rendimientos del grano.

Donald (16) sostiene que la mayor parte de los factores por los cuales hay mayor competencia, se encuentra como un depósito del cual las plantas extraen sus provisiones. El competidor exitoso será la planta que puede extraer más rápidamente el depósito de provisiones necesarias y por lo tanto incrementa sus rendimientos.

Según Wilson y otros (56), cada especie mantiene su vigor de crecimiento en forma individual cuando éstas se siembran asociadas, lo que lleva a pensar que realmente no existe competencia entre plantas, pudiéndose sembrar los cultivos en forma asociada, siempre y cuando las densidades y hábitos de crecimiento sean los óptimos. Por otra parte, Robinson y Sprague (47) manifiestan que las raíces pueden también competir por espacio, cuando ellas penetran a capas endurecidas o terrones grandes a través de las cuales hay pocos poros.

Cuando la competencia por agua o nutrientes, es intensa, el crecimiento puede ser tan restringido que la competencia por luz es de

poca importancia; en cambio cuando el agua y los nutrientes no son limitantes la luz será un factor muy influyente. Tobón (54) afirma que deficiencias de agua en la época de floración causan bajas en los rendimientos de los cultivos asociados. Milthorpe y otros (37), establecieron que el mayor desarrollo del sistema radicular se obtendrá cuando las plantas hayan alcanzado mayor crecimiento del área foliar, antes de hacer contacto unas con otras.

La actividad fotosintética está relacionada con: la interacción de la luz, el ángulo de la hoja y el área foliar. En siembras densas, la competencia por luz se inicia después de la emergencia de las plantas, produciéndose un descenso aproximadamente del 10% en el peso, debido al sombreamiento temprano (49).

Moreno (39) en su estudio sobre épocas de siembra en la asociación maíz-fríjol, demostró que la competencia por luz, mediante la relación fríjol-maíz decrecía a medida que aumentaban los días de la siembra de maíz a la de fríjol, lo cual le llevó a concluir que era más ventajoso y se obtendría mejores rendimientos, cuando los días entre la siembra del maíz con respecto a la del fríjol eran menores.

Davis (9), al estudiar metodologías para el mejoramiento de fríjol voluble, bajo intensa competencia con maíz, encontró que el tipo IVb (hábito trepador, vigoroso, con más de dos metros de altura) era el mejor para asociarse con maíces altos. Además este tipo de fríjol es el más tardío a la floración, a la madurez y el más rendidor. Por ello

causan las reducciones más grandes en los rendimientos del maíz. El frijol tipo IVa (trepador de 1,5 a 2,0 metros de altura, poca ramificación y vainas distribuidas a todo lo largo de la planta), era el mejor para sistemas asociados y relevo con maíz y monocultivo. 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 asociarse con maíces bajos y de soporte pobre. En cuanto a maíces, este mismo autor dice que las variedades más competitivas son las de porte alto (12).

La capacidad competitiva para frijol, se muestra a través de la interacción genotipo por sistema de cultivo, encontrándose una relación estrecha entre la capacidad competitiva del frijol y la reducción del rendimiento del maíz. Para frijoles volubles, con reducción en el rendimiento del maíz, se puede pronosticar la capacidad competitiva del frijol (10).

## 2.7 EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO

Es bien conocido el hecho de que en los sistemas de cultivos múltiples el rendimiento de cada componente puede ser menor que en monocultivo, pero el rendimiento total de los componentes es mayor. Este bajo rendimiento de componentes, es el resultado de la interacción interespecífica de los cultivos involucrados (52).

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 físicas entre los cultivos asociados, tales como tamaño y despliegue del follaje, el volumen del sistema radical y las densidades relativas de población, también determinan si la interacción será igual o con un cultivo claramente dominante. Las diferencias entre la altura del frijol y el maíz y la variación en el parámetro altura entre los hábitos de crecimiento ocasionó asociaciones de los cultivos que varían de la casi igualdad a dominante represivo (3).

En experimentos llevados a cabo en CIAT, los rendimientos de maíz no se ven afectados por el frijol. De hecho, la producción aumenta frecuentemente cuando se determina la densidad óptima, las fechas relativas de siembra y la orientación física de ambos cultivos. Los monocultivos de frijol producen mejores rendimientos y mayor ingreso bruto, pero son más costosos. Cuando los costos de mano de obra y de otros insumos son altos, la rentabilidad económica de los sistemas asociados es generalmente mayor (20).

Los resultados de la investigación sobre la asociación de variedades de frijol y maíz en el CIAT (5), permiten observar la existencia de un potencial grande de productividad. Este sistema tradicional tiene aplicaciones en algunas regiones tropicales, principalmente en aquellos donde predomina el minifundio. Bastidas y otros (3), al estudiar el comportamiento de variedades de frijol en asocio con maíz, concluyeron que la existencia de una alta variabilidad genética en la especie Phaseolus vulgaris L., además de afectar ciertas características agrón -

micas, altera su potencial de rendimiento.

De quince experimentos de asociación llevados a cabo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), resultó que los rendimientos de maíz no se afectaban por el frijol, siempre y cuando se usara la densidad óptima, las fechas relativas de siembra y el nivel tecnológico óptimo. Además se estableció que hubo una eficiencia del uso de la tierra del 20 al 80% más alto que en sus correspondientes monocultivos (20).

García y otros (25) han señalado que existen genotipos de frijol que se combinan mejor con el maíz; es decir, con buena producción de frijol sin perjudicar el maíz y estos genotipos deseables pueden seleccionarse en generaciones avanzadas ( $F_3 - F_4$ ) y presenta un hábito de crecimiento IVa y un período vegetativo intermedio respecto a otros genotipos.

El sistema tradicional por sitios parece ser adecuado por las ventajas en el manejo del cultivo y la reducción del acame del maíz, debido al anclaje físico de las raíces y tallos del frijol sobre el maíz, siendo una de las causas del incremento en el rendimiento del maíz, factor importante para la producción en ladera.

Para un mejor aprovechamiento de esta complementación, se recomienda trabajar la asociación de maíces con variedades de frijol de hábito de crecimiento IVa, ya que el hábito IVb por ser un frijol vigoroso y alto, tiende a tumbar el tallo del maíz y además con el hábito IVa se

obtiene una mejor respuesta a densidades y sistemas de siembra (25).

Al evaluar los efectos del hábito de crecimiento y población de plantas sobre la producción de grano y el margen bruto económico, en cultivos asociados de maíz y frijol común (trepador y arbustivo), la previsión poblacional óptima varió con el potencial genético de las variedades, tanto en monocultivo como en asociación. El maíz produce más en asocio con altas poblaciones del frijol arbustivo que con el trepador. El frijol trepador en asociación rindió más cuando se lo sembró con el maíz de alto crecimiento. Variedades de maíz y frijol de bajo crecimiento ofrecen un mayor potencial de producción, tanto en monocultivo como en cultivos asociados, debido a su gran capacidad para responder a una población de plantas más grande (14).

Al estudiar las características de frijol que proporciona un mayor potencial de rendimiento, al asociarse con maíz, se encontró que el hábito de crecimiento fue la característica más importante que determinó el comportamiento varietal en casi todos los ambientes estudiados. Algunas variedades que produjeron altos rendimientos en monocultivo, también lo hicieron en asociación. Pero en general, las variedades con altos rendimientos en monocultivo presentaban tendencia a bajos rendimientos en asociación y viceversa. Esto sugiere que no se puede seleccionar una variedad por su rendimiento en el sistema de monocultivo, cuando se pretende cultivarla en asociación (41)

En un ensayo sobre el estudio del efecto del sistema de siembra

(sitio e hileras) de cinco genotipos de fríjoles de diferentes hábitos de crecimiento (IIIa, IVa, IVb) en asocio simultáneo con el maíz ICA V 453, de altura media y cuatro densidades para la siembra de fríjol, se observó la importancia del acame en el rendimiento del maíz como un efecto de la competencia de las variedades de fríjol en la asociación, la cual fue significativa. El efecto de la competencia de la variedad de fríjol sobre el maíz parece estar determinado por el hábito de crecimiento, las variedades de más vigor para trepar (hábito IVb) tienden a tumbar el tallo del maíz (46).

Cambio en los componentes de rendimiento como: altura de planta, número de hojas, mazorcas por planta, número de granos por mazorca, en el maíz y hábito de crecimiento, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, en el fríjol, ocasionan reducciones en el rendimiento del fríjol debido a la competencia con el maíz (23).

De tres experimentos sobre el efecto de variedades de fríjol con diferentes hábitos de crecimiento al sembrarse en asociación con maíz y utilizando diferentes poblaciones de plantas, se encontró que el fríjol fue objeto de una fuerte competencia por parte del maíz, especialmente cuando este último tuvo poblaciones altas. El fríjol voluble produjo los rendimientos más bajos cuando fue sembrado simultáneamente con el maíz por falta de un soporte apropiado. A pesar del bajo rendimiento del fríjol, la asociación de cultivos permite una utilización más eficiente de la tierra y una ganancia mayor por hectárea (48).

En ensayos realizados en el CIAT sobre sistemas de siembra, densidades de frijol, espaciamento de maíz y fechas relativas de siembra, se observó un aumento en el rendimiento del maíz y disminución en los de frijol cuando se sembraron en asociación. En otro trabajo sobre densidades de siembra en la asociación de maíz (ICA H 207) por frijol (P-25A) se encontró que el frijol rindió menos cuando se incrementó la densidad de plantas de maíz. El frijol alcanzó la máxima producción en la asociación con una población de 160.000 plantas por hectárea. Por lo tanto el efecto de asociar densidades altas de frijol se reflejó en la pérdida del 35% del rendimiento comparado con el monocultivo, el cual fue aproximadamente del 12% (20).

Amaya (1), utilizando materiales mejorados y criollos de maíz y frijol, observó que los rendimientos de maíz no fueron significativamente diferentes entre variedades y los mejores rendimientos se obtuvieron con densidades altas de maíz y bajas de frijol y viceversa. El frijol en monocultivo presentó mejores rendimientos que en asociación.

Al comparar el monocultivo de maíz y frijol con el cultivo asociado, incluyendo fechas de siembra, densidades de población y tipos de soporte, se determinó consistentemente que el rendimiento del maíz no disminuía como consecuencia de la asociación. El rendimiento del frijol disminuía en 50%, pero se han obtenido dos toneladas por hectárea con frijol trepador. Por lo tanto, la producción de frijol corresponderá a un ingreso adicional. La asociación redujo el ataque de las plagas, los costos de producción y el volcamiento del maíz (20).

En contraste con otros resultados, se encontró una clara ventaja para el cultivo asociado de maíz x frijol en estaciones de lluvias prolongadas. Los rendimientos del monocultivo fueron bajos a causa de la sequía y a las lluvias excesivas. Estos y otros resultados durante estaciones lluviosas en Kenya sugieren que las asociaciones son más eficientes en casos en que los niveles de rendimiento de los monocultivos son bajos, pero que hay poca diferencia entre los sistemas de cultivo donde los niveles de rendimiento de monocultivo son altos (19).

Fardim (18), concluyó que la asociación maíz x frijol no afectó la producción de maíz, lo que produjo mayores rendimientos de maíz por unidad de área que en monocultivo. Las variedades de maíz de porte alto fueron más productivas que las de porte bajo y que no hubo influencia del porte de las variedades de maíz en el rendimiento del frijol.

Lugo y Lara (35), de la siembra en asociación y en monocultivo de variedades de maíz y frijol, con diferentes épocas de siembra de maíz, 10 - 20 días después del frijol y siembra simultánea, encontraron que los monocultivos rindieron más que los asociados, pero que a pesar de esto, los mejores ingresos netos se obtuvieron cuando hubo asociación.

Resultados obtenidos en ensayos realizados en el CIAT, de la siembra de variedades de frijol (tipo II y IV) y maíz en asociación y monocultivo en dos estaciones, mostraron una disminución significativa en el rendimiento de maíz para la mayoría de las variedades asociadas con frijol tipo IV y en la primera estación al asociarse con frijol tipo II,

mientras en la segunda estación se presentaron aumentos significativos al asociarse con el tipo II. Se encontró una correlación negativa en ambas estaciones ( $R = -0,89$  y  $-0,20$ ) entre los rendimientos de maíz y 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 este último (30).

Observaciones sobre ensayos preliminares en el cultivo asociado de veinticinco variedades de frijol de enredadera y la variedad de maíz Diacol V 551, incluyendo sistemas de siembra, mostraron que: los rendimientos de maíz nunca fueron bajos; la correlación entre el rendimiento del maíz y la altura de la planta de frijol fue negativa y altamente significativa ( $R = -0,76$ ) al nivel del 1%; la guía del frijol actuó como freno al desarrollo del maíz. La correlación entre el rendimiento del frijol y la altura de la planta fue positiva y no significativa ( $r = 0,27$ ). Por lo tanto el rendimiento no dependió de la altura de la planta (36).

Moreno (39) para demostrar que el cultivo asociado de maíz y frijol voluble era una buena alternativa para los agricultores, realizó varios experimentos de asociación y monocultivo, utilizando diferentes densidades de población. Los resultados señalaron que los rendimientos del frijol trepador fueron más altos en asociación que en monocultivo. El maíz en asocio no logró los mismos rendimientos del monocultivo. Los beneficios netos de los dos cultivos en asociación fueron mejores que los beneficios cuando se sembraron en monocultivo. Los rendimientos del

fríjol trepador en asocio disminuyeron cuando la fecha de siembra después del maíz aumentó, lo contrario ocurrió con el maíz. El sistema más recomendable sería el de sembrar ambos cultivos en la misma fecha con densidades de población de 40.000 plantas de maíz por 90.000 plantas de fríjol.

En un ensayo con una variedad de maíz y tres de fríjol (tardía, semi-precoz y precoz) sembrados en monocultivo y asociados en dos localidades, con y sin riego, se observó que el rendimiento de maíz en asocio disminuyó en un 29.9 y 12.1%; en cambio los de fríjol promediaron menos del 14 y 46%. Las plantas de maíz fueron menos afectadas por la falta de agua que las de fríjol, sucediendo lo contrario en la zona de riego.

Estudios sobre el comportamiento de variedades de fríjol en asociación con variedades de maíz dieron como resultado notables diferencias en el comportamiento entre las variedades de fríjol, lo que indica la necesidad de seleccionar variedades de fríjol con mejores características agronómicas, cuando se cultivan en asocio con maíz. No hubo interacción en las variedades de fríjol y de maíz, aunque se observó interacción entre las variedades de fríjol y los sitios (40).

Barrero (2) en un ensayo realizado en el C.N.I. Tibaitatá, concluyó que las bajas en los rendimientos del fríjol, observadas en el Departamento de Cundinamarca, donde se cultiva maíz asociado con fríjol voluble, obedecían a un posible disturbio fisiológico aún no establecido y

no directamente a razones competitivas de la asociación.

Al evaluarse diversos genotipos de maíz en asociación con frijol voluble, se encontró que el maíz asociado aportó los mayores rendimientos frente al monocultivo, mientras que el frijol se afectó notablemente y los mayores rendimientos se obtuvieron en monocultivo. Además se presentó una correlación directa entre la agresividad del frijol y las variables del maíz, altura de planta, altura de mazorca superior y área de la hoja (42).

## 2.8 HABITOS DE CRECIMIENTO

Este concepto es el resultado de la interacción de caracteres como: número de nudos, tipo de ramificación y aptitud para trepar. Caracteres que están determinados por el genotipo y son influenciados por factores ambientales. Los hábitos de crecimiento se pueden agrupar en cuatro tipos principales (4):

1. Arbustivo determinado, tipo I. En estas plantas el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada; cuando ésta se ha formado, el crecimiento del tallo y de las ramas, por lo regular, se detiene. La altura de la planta oscila entre 20 y 50 cm.
2. Arbustivo indeterminado, tipo II. Plantas con tallo erecto sin aptitud para trepar, ramas laterales escasas y cortas; además, conti-

núan creciendo durante la floración. Presenta guía corta.

3. Postrado indeterminado, tipo III. Planta con hábito de crecimiento indeterminado que produce, en el tallo principal, yemas terminales vegetativas y algunos nudos después de la floración.
4. Trepador indeterminado, tipo IV. Plantas con hábito de crecimiento indeterminado que producen terminales vegetativos en el tallo principal, con alta capacidad de producción de nudos después del inicio de la floración. Sus ramas no son muy desarrolladas en comparación con el desarrollo del tallo principal.

Tipo IVa: Presenta una capacidad moderada para trepar sobre el soporte y porta una carga de vainas en forma uniforme a lo largo de la planta.

Tipo IVb: Manifiesta una fuerte tendencia a trepar y emite la mayor parte de sus vainas en los nudos superiores de la planta.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 MATERIALES

- Materiales de maíz y frijol.
- Enmallado de alambre.
- Postes de madera.
- Rollos de polipropileno.
- Cinta métrica.
- Determinador de humedad marca Steinlite.
- Balanza de reloj y precisión.
- Estacas.

#### 3.2 METODOS

##### 3.2.1 Localización.

En los períodos 1981A y 1982B; 1982A y 1983B se realizaron dos experimentos en el Centro Regional de Investigación Obonuco del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-, ubicado en el Municipio de Pasto, a 2.710 msnm, longitud  $77^{\circ}16'0''$  Oeste, latitud  $01^{\circ}13'$  Norte, con una precipitación de 840 mm por año y  $13,5^{\circ}\text{C}$  de temperatura promedio (\*).

---

(\*) Datos meteorológicos del CRI Obonuco, Pasto, Colombia.

### 3.2.2 Diseño Experimental.

Se seleccionó un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones, en el cual, las parcelas correspondieron a los genotipos de maíz y las subparcelas a las selecciones avanzadas de frijol voluble. Las dimensiones de las parcelas fueron 20 x 10 (200 m<sup>2</sup>) y las subparcelas 10 x 2 (20 m<sup>2</sup>). El arreglo de campo se muestra en la Figura 1.

#### Materiales de Maíz

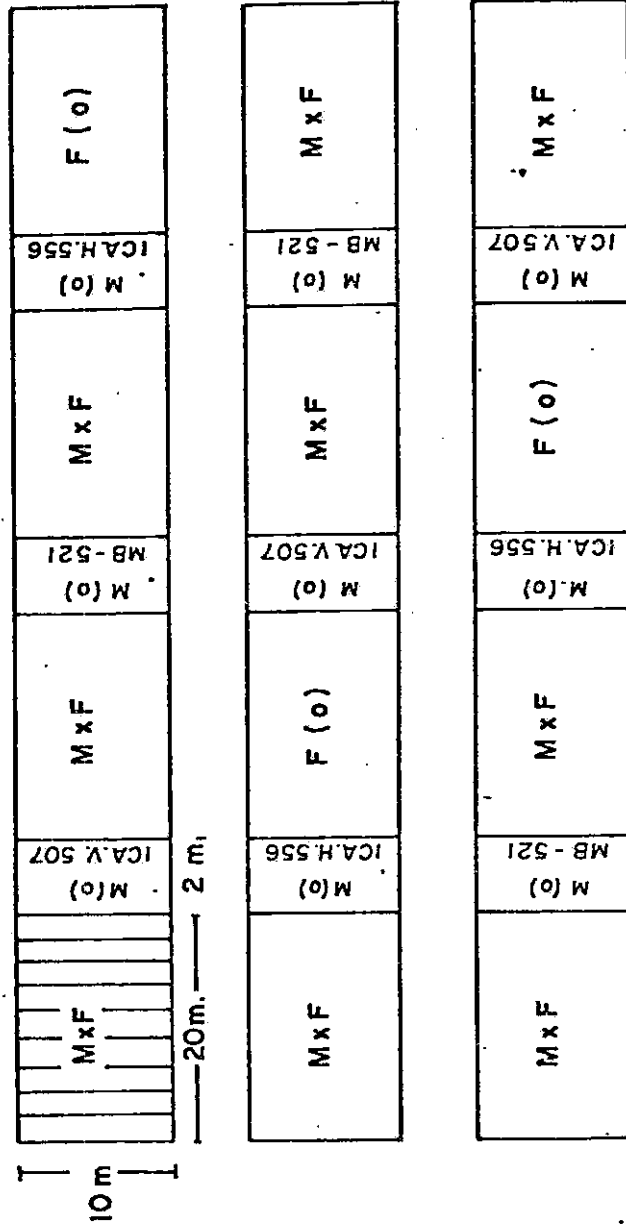
ICA V 507: Adaptación de 2.400 a 2.900 msnm. Rendimientos de 5,0 t/ha.

Planta alta (2,40 m), tallos gruesos coloreados, hojas largas y anchas, grano de color amarillo fino de tamaño grande y con mazorca de tamaño mediano a grande. Variedad semi-prolífica que produce 1,1 y 1,2 mazorcas/planta. Su período vegetativo es de 315 días a cosecha.

MB. 521: Adaptación de 2.400 a 2.900 msnm. Rendimientos de 4,8 t/ha.

Planta alta (2,41 m), tallo delgado de color morado, hojas largas y delgadas de color verde oscuro. Tiene en promedio 1,6 - 1,8 mazorcas/planta. Grano de forma redondeada, color blanco, cristalino fino, mazorca tamaño mediano a grande. Su período vegetativo es de 300 días a cosecha.

ICA H 556: Híbrido varietal de Cundinamarca 431 (Raza Sabanero) x Ca-



M x F = Maíz x frijol.

M(o) = Maíz solo.

F(o) = Frijol solo.

FIG: 1 PLANO DE CAMPO DEL EXPERIMENTO SOBRE EVALUACION AGRONOMICA DE LINEAS DE FRIJOL Y GENOTIPOS DE MAIZ EN ASOCIACION Y MONOCULTIVO C.R.I. OBONUOCO. 1.982

cahuacintle (mexicana). Adaptación 2.400 a 2.800 msnm. Planta de altura mediana, tallos gruesos coloreados y pubescentes. Granos de color blanco fino y harinoso. Recomendado para choclo y presenta un período vegetativo de 140 días a choclo.

#### Materiales de Fríjol

ICA-Llanogrande: Fríjol voluble de hábito de crecimiento tipo 4a, planta de altura media (1,60 m), grano color crema/morado y de tamaño grande. Rendimiento en relevo con maíz de 2.500 kg/ha y en asociación de 1.000 kg/ha. Adaptación entre 1.700 y 2.700 msnm. Período vegetativo de 210 días a cosecha.

ICA-L-33003-M(4): Fríjol voluble, proviene del cruzamiento entre Perú x Cundinamarca 129, hábito de crecimiento tipo 4a, planta de altura media (1,60 m), grano de color blanco y de tamaño grande. Rendimiento en asociación con maíz de 800 a 1.800 kg/ha. Adaptación de 2.200 a 2.700 msnm. Su período vegetativo es de 240 días a cosecha.

L-32980-M(4): Fríjol voluble, proviene del cruzamiento Antioquia 48 x Ecuador 51, de hábito de crecimiento tipo 4a, planta de altura media (1,65 m), grano de color rojo

y de tamaño mediano. Rendimiento en asociación con maíz de 700 - 1.500 kg/ha. Adaptación de 2.400 - 2.750 msnm. Su período vegetativo es de 230 días a cosecha. Es una selección masal de 4 plantas de la línea L-32980.

L-32980-M(8): Frijol voluble, proviene del cruzamiento Antioquia 48 x Ecuador 51, de hábito de crecimiento tipo 4a, planta de altura media (1,65 m), grano de color rojo y de tamaño mediano. Rendimientos de 500 - 1.600 kg/ha en asociación con maíz. Adaptación de 2.400 a 2.750 msnm. Su período vegetativo es de 230 días a cosecha. Es una selección masal de 8 plantas de la línea L-32980.

L-32983-M(4): Frijol voluble, proviene del cruzamiento Antioquia 8 x Cargamanto. Hábito de crecimiento tipo 4a, plantas de altura media (1,80 m), grano de color rojo/crema y de tamaño mediano. Rendimiento en asociación con maíz de 700 - 1.400 kg/ha. Adaptación entre 2.400 - 2.700 msnm. Su período vegetativo es de 240 días a cosecha.

E-605 Frijol voluble, de hábito de crecimiento tipo 4b.  
(Frijolica O-3.2) Planta alta (2,10 m), grano de color morado/crema y de tamaño grande. Rendimiento en monocultivo de 800-2.100 kg/ha. Adaptación entre 2.400 - 2.850 msnm.

Período vegetativo de 255 días a cosecha. En la actualidad se conoce como FRIJOLICA 0-3.2 variedad mejorada.

**E-525:** Frijol voluble, de hábito de crecimiento 4b, planta alta (2,10 m) grano de color rojo y de tamaño grande. Rendimiento en asociación con maíz de 700 - 1.500 kg/ha. Adaptación entre 2.400 - 2.700 msnm. Su período vegetativo es de 270 días a cosecha.

**E-521:** Frijol voluble, de hábito de crecimiento tipo 4b, planta alta (2,00 m), grano de color rojo y de tamaño grande. Rendimiento en asociación con maíz de 800 - 1.900 kg/ha. Adaptación entre 2.400 - 2.700 msnm. Período vegetativo de 270 días a cosecha.

**E-166-1:** Frijol voluble, de hábito de crecimiento tipo 4b, planta alta (1,90 m) grano de color amarillo/negro y de tamaño grande. Rendimiento en asociación con maíz de 700 - 1.700 kg/ha. Adaptación entre 2.400-2.700 msnm. Período vegetativo de 270 días a cosecha.

**Mortifio:** Variedad regional, tipo voluble y de hábito de crecimiento 4b. Planta alta (2,20 m), grano de color morado/crema y de tamaño grande. Rendimiento en aso-

ciación con maíz de 800 - 1.500 kg/ha. Adaptación entre 2.600 - 2.900 msnm. Período vegetativo de 270-280 días a cosecha.

La variedad ICA-Llanogrande fue evaluada únicamente en el segundo año (1982-1983).

Los rendimientos de frijol y de maíz se analizaron en el sistema asociado utilizando un análisis de variancia combinado incluyendo como factor de variación adicional el año de siembra y las correspondientes interacciones con los factores maíz y frijol.

Las variables correspondientes a las características agronómicas de frijol se analizaron en parcelas divididas independientemente en cada año. En el primer año se estudiaron las características: días a floración, peso de 100 semillas y rendimientos. En el segundo año se estudiaron además: altura de plantas, número de nudos sobre el tallo principal, número de ramas/planta, número de semillas/vaina y rendimientos. El sistema de monocultivo tanto de maíz como de frijol fue incluido únicamente en el segundo año. La comparación de medias se hizo por medio de la prueba de Tukey y prueba de F.

### 3.2.3 Sistemas de Siembra.

La siembra en asociación y monocultivo se hizo depositando en cada sitio distanciados a 1 m x 1 m, 4 semillas de maíz y 4 de frijol.

Después del raleo se dejaron 3 plantas de maíz y 2 de frijol, para una población de 30.000 y 20.000 plantas por hectárea de maíz y de frijol, respectivamente.

#### 3.2.4 Características agronómicas evaluadas.

Sobre los genotipos de frijol:

**Días a Germinación:** Se tomó a partir de la siembra hasta cuando el 95% de las plantas presentaron sus cotiledones por encima del suelo.

**Días de siembra a Floración:** Dato tomado cuando el 50% de las plantas dentro de cada parcela tenían por lo menos una flor abierta.

**Altura de Plantas:** Se tomó a los 80 y 160 días después de la siembra. Se midió del suelo al ápice de la guía principal.

**Días de siembra a Madurez Fisiológica:** Se determinó cuando el 90% de las vainas cambiaron de color verde a un color intermedio.

**Número de Nudos en el Tallo Principal:** Se contó el número de nudos desarrollados a lo largo del tallo principal.

**Número de Ramas:** Se consideraron únicamente las ramas desarrolladas sobre el tallo principal.

Semillas por Vaina: Se analizó en base a una muestra de 50 vainas. Se desgranó, se contó el número de granos y se lo dividió entre el número de vainas.

Peso de 100 Semillas: Se tomaron 100 semillas al azar por parcela y su peso fue ajustado al 14% de humedad.

Rendimiento de Granos de Frijol: Se cosechó una parcela útil de  $16 \text{ m}^2$  y se trilló a mano. El grano obtenido se pesó y se dió el rendimiento ajustado al 14% de humedad (5).

Sobre los genotipos de maíz:

Altura de las Plantas: Se midió desde el suelo a la base de la espiga a los 80 y 160 días después de la siembra.

Longitud de la Hoja: Se tomó desde la lígula a la punta de la hoja en centímetros, sobre la hoja de la mazorca superior.

Ancho de la Hoja: La medida se tomó en el punto medio del eje longitudinal de cada hoja de la mazorca superior.

Número de Hojas por Planta: Dato medido teniendo en cuenta el número de hojas desarrolladas a lo largo del tallo.

Mazorcas por Planta: Se obtuvo dividiendo el número de mazorcas

cosechadas por parcela sobre el número total de plantas por parcela.

Rendimiento: Se obtuvo con base en el peso de las mazorcas cosechadas por parcela llevado al 15% de humedad (5). En cada parcela se hizo corrección de la población.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan en forma discriminada por efecto de cada factor de variación y las respectivas interacciones sobre las variables estudiadas, tanto de frijol como de maíz.

##### RESULTADOS SOBRE FRIJOL

#### 4.1 EFECTO DEL MATERIAL DE FRIJOL SOBRE SUS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

##### 4.1.1 Días a Floración.

Los días a floración del frijol en asociación con maíz resultaron estadísticamente diferentes al nivel de 1% de probabilidad entre materiales de frijol (Tablas 1 y 2).

Los materiales de frijol con hábito de crecimiento 4b resultaron tardíos a la floración, con un promedio de 115 días, en comparación con los de tipo 4a, cuyo promedio fue de 100 días, para el primer año y de 120 y 96 días respectivamente, en el segundo año. Los materiales Mortiño, E-521 y E-166-1 fueron los más tardíos a floración y el más precoz la línea L-32983 (Tabla 3). Esta característica agronómica permite determinar la precocidad de los genotipos de frijol. Genotipos con hábito de crecimiento tipo 4a fueron más precoces que los de tipo 4b.

TABLA 1. Cuadrados medios de las variables días a floración y peso de 100 semillas en asociación con maíz. CRI Obonuco 1981-1982.

Fuente de Variación	G.L.	Días a Floración.	Peso (gramos) 100 semillas
Repeticiones	2	39,27	10,59
Maíz	2	24,17	2,85
Error (a)	4	10,57	8,34
Frijol	8	547,67**	1276,45**
Maíz x Frijol	16	31,34	13,65
Error (b)	48	29,62	9,69
Total			
C.V. (%) =		5,08	5,03
R <sup>2</sup> =		0,78	0,96

TABLA 2. Cuadros medios de las características agronómicas del frijol voluble en monocultivo y asociado con maíz. CRI Obonuco, año 1982-1983.

Fuente de Variación	G.L.	DAF CM	Altura de Plantas		Número Nudos CM	Número Ramas CM	Smillas por vaina CM	Peso 100 semillas CM
			80 días CM	160 días CM				
Repeticiones	2	844,30	360,47	3.317,33	0,28	15,99	0,73	26,51
Asociac. Vs. Monocultivo	1	120,83	16.100,16**	262,350,82**	1.434,93**	1.587,75**	9,45**	29,06
Maíz	2	30,36	1.435,84**	12.925,57*	57,31	31,50	0,87	52,35
Error (a)	6	21,57	92,48	2.499,35	12,11	13,86	0,23	41,27
Frijol	9	1.023,63**	547,16*	6.258,51**	96,01**	77,48**	2,63**	802,18**
Asoc. Vs. Monoc. X Frijol	9	56,26	103,28	1.384,26*	5,75	8,35	0,18	22,82
Maíz x Frijol	19	16,05	72,18	431,96	7,43	3,59	0,11	29,14
Error (b)	69	38,25	156,18	468,24	5,61	5,82	0,24	34,74
Total	119							
C.V. (%)		1,55	13,82	13,26	12,96	16,47	10,69	10,08
R <sup>2</sup>		0,82	0,71	0,92	0,87	0,87	0,71	0,78

DAF = Días de la siembra a la floración  
 CM = Cuadros medios  
 \*\* = Significancia al 1% de probabilidad estadística  
 \* = Significancia al 5%

TABLA 3. Días de siembra a floración de materiales de frijol voluble en asociación con tres genotipos de maíz de diferentes periodos vegetativos. CRI Obonuco 1981 y 1982.

Materiales de Frijol	Hábito de Crecimiento	A ñ o s	
		1	2
Mortifio	4b	117	118
E-521	4b	115	120
E-166-1	4b	114	117
E-605	4b	114	112
E-525	4b	106	108
E-33003 M(4)	4a	102	101
L-32980 M(4)	4a	100	98
L-32980 M(8)	4a	100	96
L-32983	4a	97	96

#### 4.1.2 Altura de plantas.

Se encontró diferencias altamente significativas de la altura de plantas entre materiales de frijol a los 80 y 160 días después de la siembra (Tabla 2). La Tabla 4 muestra que la variedad ICA Llanogrande (4a) presentó a los 80 días después de la siembra, una altura menor al nivel del 5% de probabilidad estadística, que el resto de materiales de frijol estudiados, tanto de hábito de crecimiento 4a como 4b.

La altura de plantas a los 160 días después de la siembra resultó significativamente mayor para los materiales con hábito de crecimiento 4b cuyo promedio fue 184 cm, mientras que los de tipo 4a tuvieron promedios de 143 cm de altura (Tabla 4). Esto concuerda con los resultados encontrados por Davis (11), quien describió los materiales tipo 4b como altos, vigorosos y carga de vainas en la parte alta de la planta, y los de tipo 4a poco vigorosos, de menor altura y carga de vainas a lo largo de la planta.

#### 4.1.3 Número de Nudos y de Ramas.

El análisis de variancia mostró diferencias altamente significativas para la variable número de nudos entre materiales de frijol, como se aprecia en la Tabla 2. El mayor número de nudos desarrollados sobre el tallo principal lo presentaron los materiales Mortifño (22 nudos), E-525 (21 nudos), E-166-1 (21 nudos) y E-605 (20 nudos), de hábito de crecimiento 4b. En cambio el menor número de nudos lo mostraron los materiales tipo 4a (Tabla 4).

TABLE 4. Características agronómicas (promedio) de los genotipos de frijol voluble. CRI Obonuco (Años 1982-1983)

Genotipos de Frijol	H.C.	Altura de Plantas (cm)		Nudos por Planta	Ramas por Planta	Semilla por Vaina.	Rendimiento kg/ha
		80 días	160 días				
E-521	4b	92	181	19	16	4,5	1.597
E-166-1	4b	95	191	21	16	4,6	1.427
E-605	4b	92	185	20	16	5,3	1.379
L-33003 M(4)	4a	94	160	19	15	3,7	1.219
Mortifio	4b	94	180	22	19	4,5	1.031
E-525	4b	90	181	21	17	5,1	1.019
L-32980 M(8)	4a	93	133	14	12	4,1	1.012
L-32980 M(4)	4a	95	147	15	12	5,0	989
L-32983	4a	85	144	15	11	4,8	974
ICA Llanogrande	4a	53	132	16	12	4,5	605

H.C. = Hábito de crecimiento.

Se observa igualmente, una situación similar con el número de ramas por planta. Las diferencias entre materiales de frijol resultaron altamente significativas. El mayor número le correspondió a los materiales de hábito de crecimiento 4b con un promedio de 17 ramas por planta.

Tanto el número de nudos como el de ramas por planta están relacionados con el hábito de crecimiento y éste a su vez con la mayor altura de las plantas.

El análisis de correlación (Tabla 1 del Apéndice), señaló una estrecha asociación entre el número de nudos y de ramas desarrollados sobre el tallo principal con la altura de planta, cuyos índices de correlación fueron de 0,82 y 0,80, respectivamente, similares a los resultados obtenidos por Davis (10). Por tanto, cuanto más alta la planta de frijol voluble, tiende a desarrollar más nudos y ramas.

#### 4.1.4 Número de Semillas por Vaina.

El número de semillas por vaina presentó diferencias estadísticas al nivel del 1% de probabilidad entre materiales de frijol (Tabla 2). La línea L-33003 M(4) dió el menor número promedio de semillas por vaina (3,7), comparado con el resto de materiales estudiados, con excepción de la línea L-32980 M(8), cuyo promedio (4,1) fue estadísticamente similar a la línea L-33003 M(4) (Tabla 4).

#### 4.1.5 Peso de 100 Semillas.

La variable peso de 100 semillas se evaluó en los dos años de estudio en asociación y en ambos se encontró diferencias estadísticas entre materiales de frijol (Tabla 1 y 2). En el primer año la variedad Mortiño con un promedio de 89 gramos de peso, seguida de las líneas E-605 (Frijolica 0-3.2) y E-525, con 71 gramos, presentaron los más altos pesos de 100 semillas. Las líneas L-32980 M(8) y L-32980 M(4) dieron el menor promedio, con 52. El resto de materiales presentaron un peso intermedio de 58 gramos. En el segundo año los materiales Mortiño, E-605 y E-525, con un peso promedio de 70 gramos, dieron el mayor peso de 100 semillas que el resto de materiales de frijol estudiados (Tabla 5). Los genotipos con hábito de crecimiento 4b, altos, vigorosos y tardíos, produjeron granos de mayor peso y tamaño que los de tipo 4a.

#### 4.1.6 Rendimiento de Frijol.

Los rendimientos se estudiaron en un análisis combinado en asociación con maíz (Tabla 7). En las Tablas 4 y 6 se aprecia que los rendimientos de los genotipos de frijol tipo 4b, E-521 y E-166-1 superaron significativamente al nivel del 1% de probabilidad estadística a la variedad testigo Mortiño y al resto de genotipos con hábito de crecimiento 4a, y los genotipos de frijol E-605 y L-33003 M(4) los superaron en rendimiento al 5% de probabilidad. Los genotipos de frijol con los mejores rendimientos resultaron con mayor número de nudos en el tallo

TABLA 5. Peso de 100 semillas de materiales de fríjol voluble en asociación con tres genotipos de maíz de diferente período vegetativo. CRI Obonuco 1981-1983.

Materiales de Fríjol	Hábito de Crecimiento	Peso 100 semillas (gramos)	
		A ñ o s	
		1	2
Mortifño	4b	89	71
E-605.	4b	71	71
E-525	4b	71	69
L-32983	4a	59	50
E-521	4b	58	58
L-33003 M(4)	4a	57	56
E-166-1	4b	53	51
L-32980 M(8)	4a	52	54
L-32980 M(4)	4a	51	50

TABLA 6. Efecto de genotipos de maíz sobre los rendimientos de materiales de frijol voluble en asociación. CRI Obonuco 1981 - 1983.

Materiales de Frijol	Genotipos de Maíz			Promedio
	ICA V 507	MB 521	ICA H 556	
	Kilogramos/hectárea			
E-521	1.441	1.698	1.652	1.597
E-166-1	1.396	1.328	1.555	1.427
E-605	1.428	1.389	1.319	1.379
L-33003 M(4)	881	1.252	1.524	1.219
Mortifio (T)	1.004	915	1.176	1.031
E-525	786	1.130	1.141	1.019
L-32980 M(8)	861	828	1.345	1.012
L-32980 M(4)	857	991	1.120	989
L-32983	740	913	1.268	974
Promedio	1.044	1.160	1.345	

TABLA 7. Cuadrados medios de rendimiento de frijol en asociación con maíz en dos años. CRI Obonuco 1981-1983.

Fuente de Variación	G.L.	C.M.
Año	1	78084128**
Error (a)	4	347192
Maíz	2	1241268*
Año x Maíz	2	734671
Error (b)	8	178686
Fríjol	8	969669**
Año x Fríjol	8	658244**
Maíz x Fríjol	16	123425*
Año x Maíz x Fríjol	16	56502
Error (c)	92	58185
Total	157	

principal y de ramas por planta, lo cual a su vez, permite un mayor potencial de formación de flores y vainas, factores que incidieron favorablemente en el incremento de los rendimientos, tal como lo indicara Kohashi (31).

El análisis de regresión simple mostró un efecto lineal positivo y altamente significativo del número de nudos, de ramas y de la altura de las plantas sobre los rendimientos. En la Figura 2 se muestra el incremento lineal de los rendimientos del frijol a medida que aumentaba el número de nudos de 14 a 24 sobre el tallo principal. La misma situación se observó cuando el número de ramas por planta se incrementa de 10 a 20 (Figura 3).

En la Figura 4 se observa que los genotipos de frijol E-166-1, E-605, E-521, Mortiño y E-525 mostraron la mayor altura de plantas con promedios entre 180 y 191 centímetros y a su vez, los más altos rendimientos. Resultados similares fueron encontrados por Davis (10). Mancini y Castillo (36) encontraron efectos contrarios de la altura de las plantas sobre los rendimientos, trabajando con otros genotipos de frijol y de maíz.

#### 4.2 EFECTO DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL FRIJOL

##### 4.2.1 Días de Siembra a Floración.

No se presentó efecto significativo del sistema de cultivo sobre

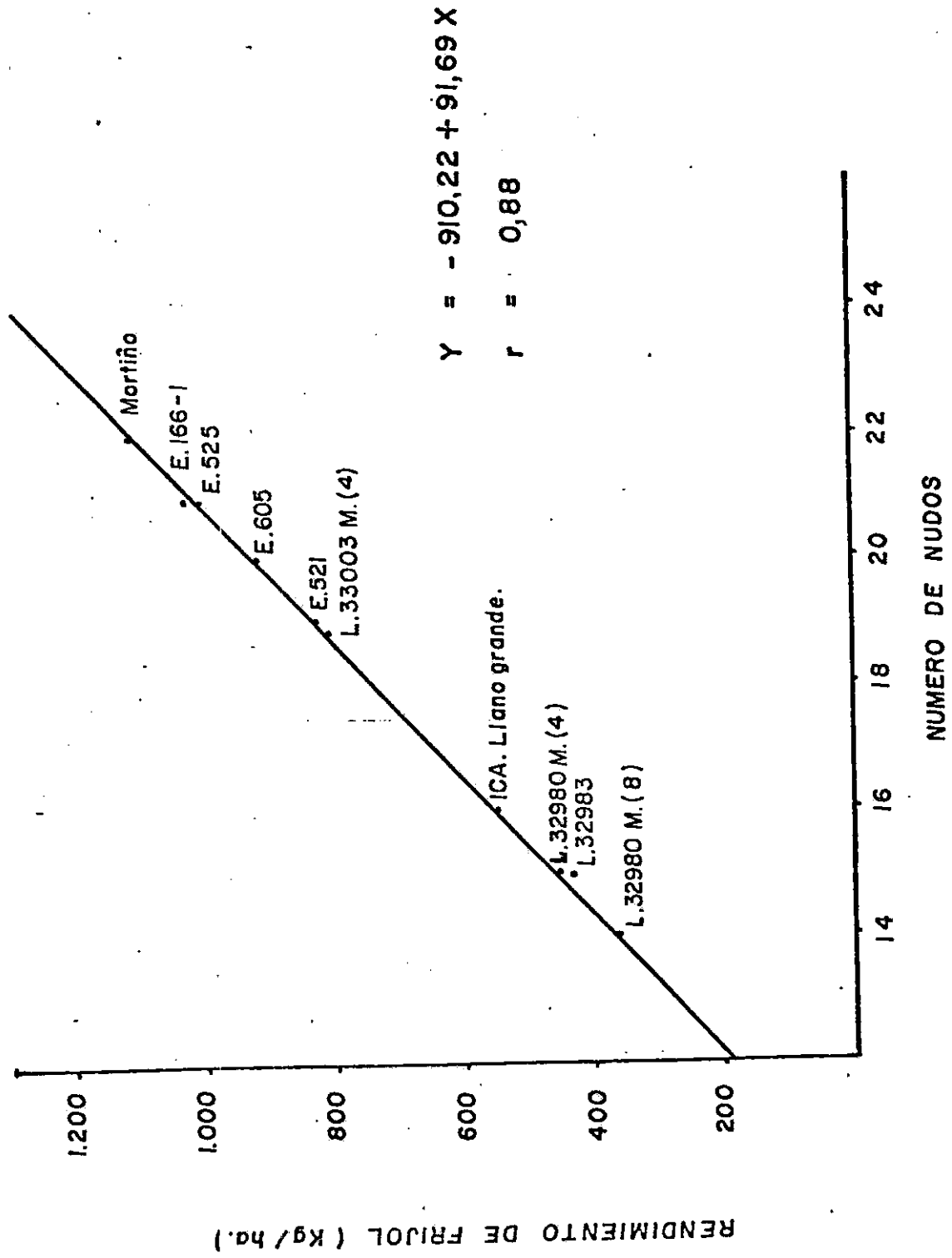


FIG. 2 NUMERO DE NUDOS DE PLANTAS DE FRIJOL Vs. RENDIMIENTOS  
CRI-OBONUCO - 1.982

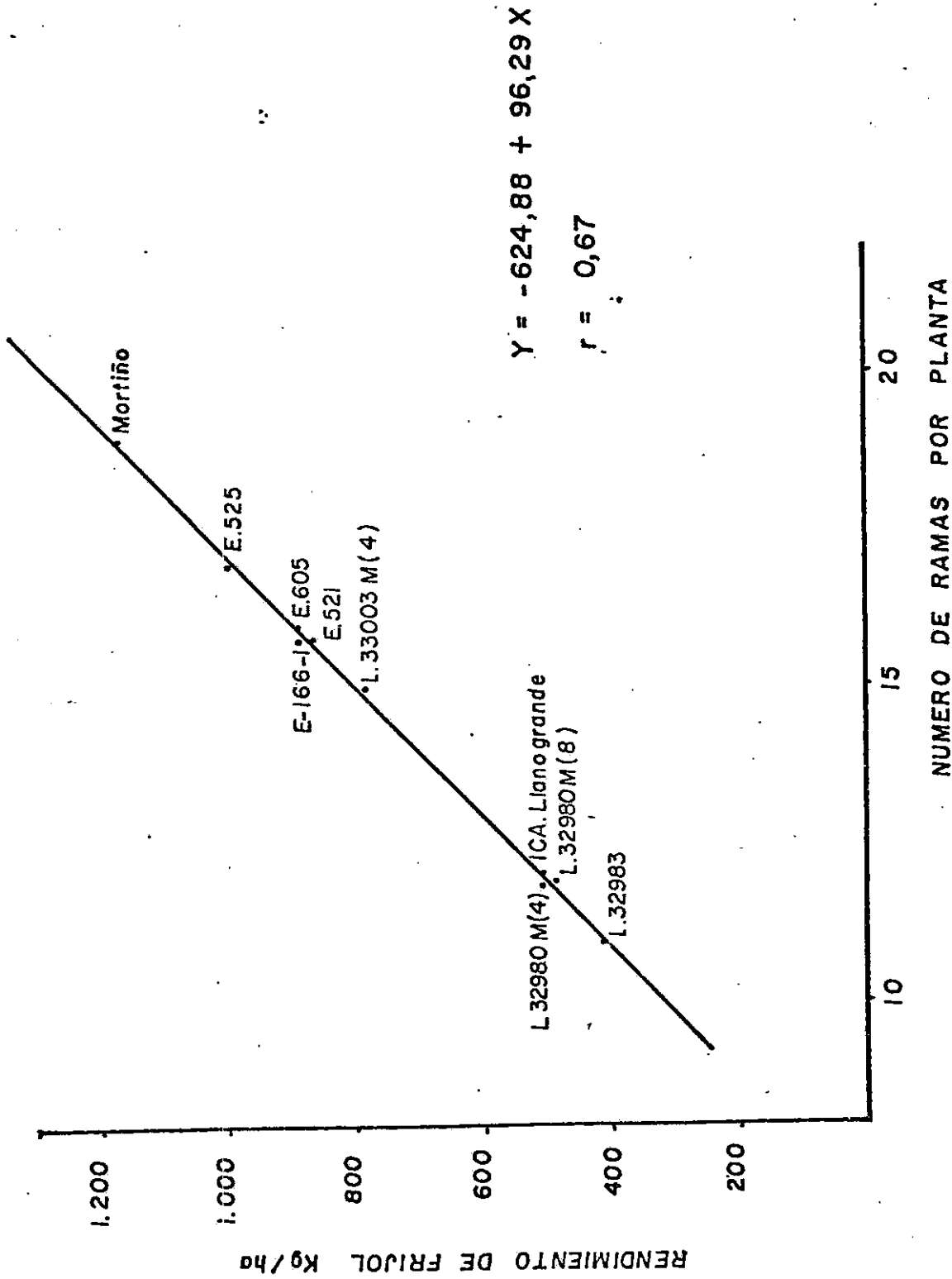
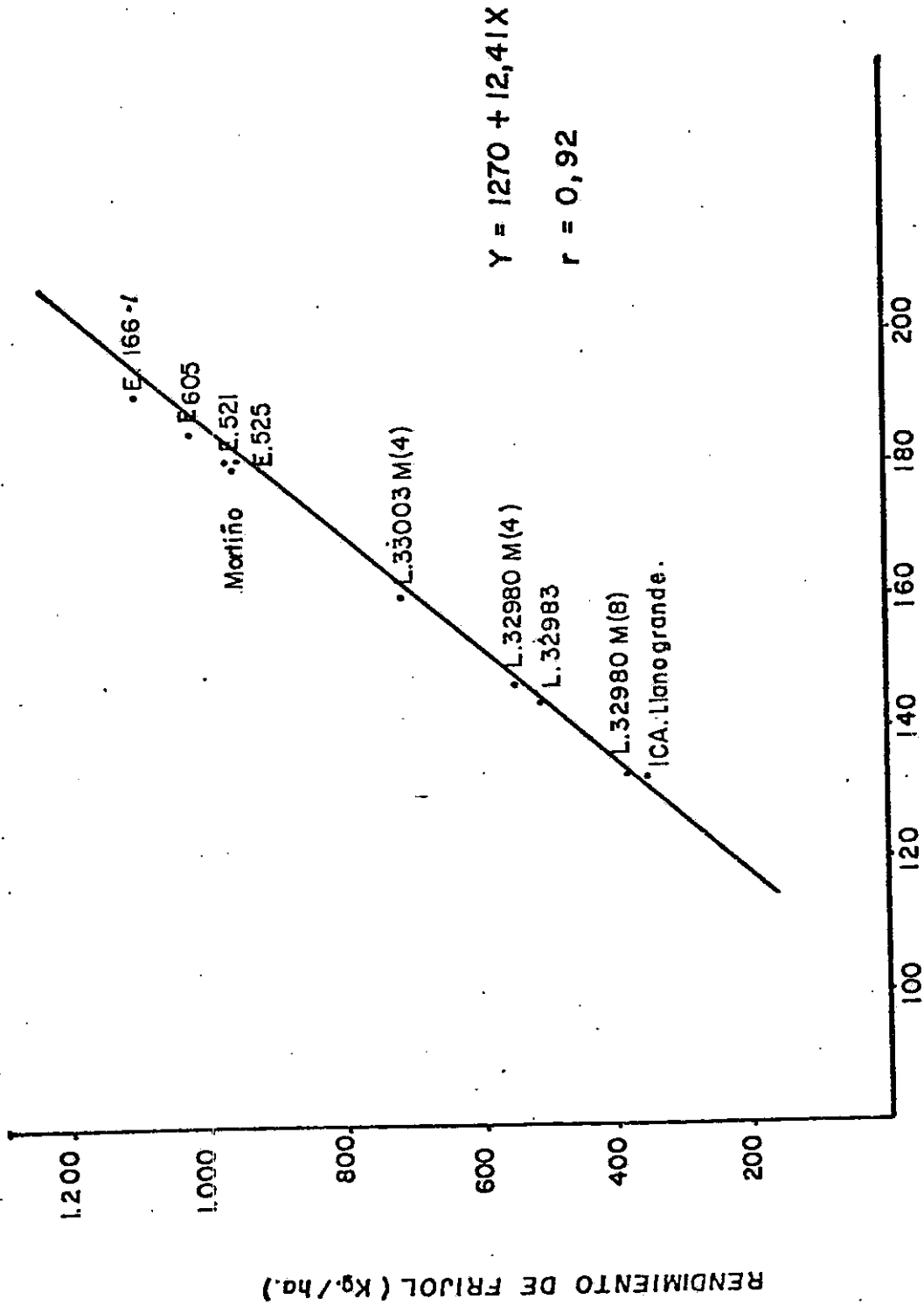


FIG. 3 NUMERO DE RAMAS DE PLANTAS DE FRIJOL Vs. RENDIMIENTO.

CRI-OBONUCO - 1.982



ALTURA DE LA PLANTA A LOS 160 DIAS DESPUES DE  
LA SIEMBRA. cm.

FIG. 4 ALTURA DE PLANTAS DE FRIJOL Vs. RENDIMIENTO. CRI-OBONUCO-1.982

la variable número de días de la siembra a la floración del frijol (Tabla 2). En la Tabla 8, se aprecia que en monocultivo el frijol, en promedio, tuvo 110 días a floración y en asociación con maíz 107. Resultados similares encontró Pérez (42), al evaluar generaciones segregantes F2 en monocultivo y asociados con maíz en clima cálido con promedios de 37 y 38 días de siembra a la floración, respectivamente.

#### 4.2.2 Altura de Plantas.

En la Tabla 8 se observa que la altura de las plantas del frijol tomada a los 80 días después de la siembra en el sistema asociado con maíz resultó menor al nivel del 1% de probabilidad estadística, que la altura registrada en monocultivo como lo demostró la Prueba de F (Tabla 2). La reducción de la altura del frijol en asociación con respecto al monocultivo fue del 24%.

A los 160 días después de la siembra se presentó una interacción significativa al nivel del 5% de probabilidad estadística, de los genotipos de frijol y los sistemas de cultivo sobre la altura de plantas (Tabla 2), la cual, mostró que la altura de las plantas de los genotipos E-166-1, E-605, E-521 y Mortiño con hábito de crecimiento 4b, sembrados en monocultivo, superó estadísticamente a la de los genotipos tipo 4a, L-32983, L-33003 M(4), L-32980 M(8), L-32980 M(4) e ICA Llano-grande, cuando se sembraron en asociación con maíz (Tablas 8 y 9).

TABLA 8. Características agronómicas (Promedio) del frijol en los sistemas de monocultivo y asociación. CRI Obonuco 1982-1983.

Características	S i s t e m a s		Reducción %
	Monocultivo	Asociación	
Altura de planta a 80 días cm	111	84	24
Altura de planta a 160 días cm	244	135	45
Tasa de crecimiento 0-80 días mm	14	11	21
Tasa de crecimiento 80-160 días mm	17	6	65
Número de nudos	24	16	33
Número de ramas	21	13	38
Días a floración	110	107	3
Semilla por vaina	5	4	25
Peso de 100 semillas (gramos)	59	58	2
Rendimiento kg/ha	1.571	487	69

TABLA 9. Efecto de la interacción de los sistemas de cultivo y los genotipos de frijol sobre la altura de las plantas de frijol a los 160 días después de la siembra. CRI Obonuco 1982-1983.

Materiales de Frijol	S i s t e m a s		Reducción %
	Monocultivo	Asociado	
E-166-1	257	169	34
E-605	282	154	45
E-521	274	150	45
E-525	277	149	46
Mortifio (T)	260	157	40
L-33003 M(4)	257	128	50
L-32980 M(4)	242	111	54
L-32983	173	120	31
L-32980 M(8)	214	120	44
ICA Llanogrande	205	107	48
Promedio	244	137	44

A los 80 días después de la siembra hubo únicamente efecto de los sistemas de cultivo sobre la altura de la planta de frijol, debido probablemente a la alta tasa de crecimiento de los genotipos de frijol tipo 4a, presentada en las primeras etapas de desarrollo y atribuido a su precocidad, lo cual, permite competir mejor en los primeros estados. Sin embargo, a los 160 días se observó una interacción del sistema de cultivo por los genotipos de frijol que muestra la predominancia de los genotipos con hábito de crecimiento 4b, los cuales, presentan mayor altura de planta, son más vigorosos y de un período vegetativo largo. Lo anterior es debido a que en esa época los genotipos precoces, probablemente estabilizan su tasa de crecimiento, mientras que los de hábito 4b, continúan creciendo hasta su época de madurez fisiológica.

Igualmente, se observa que la velocidad de crecimiento fue diferente. La tasa de crecimiento más alta se presentó cuando el frijol se sembró en monocultivo y la más baja en asociación con maíz, hasta los 80 días después de la siembra. Entre los 80 y 160 días el efecto es más pronunciado, puesto que, en monocultivo tiende a estabilizarse; en cambio en asociación se vuelve negativa debido a la competencia interespecífica (Figura 5).

#### 4.2.3 Número de Nudos y Ramas.

El número de nudos por planta de frijol sembrado en asociación, fue significativamente menor que en monocultivo. La reducción fue en promedio del 33% (Tabla 8).

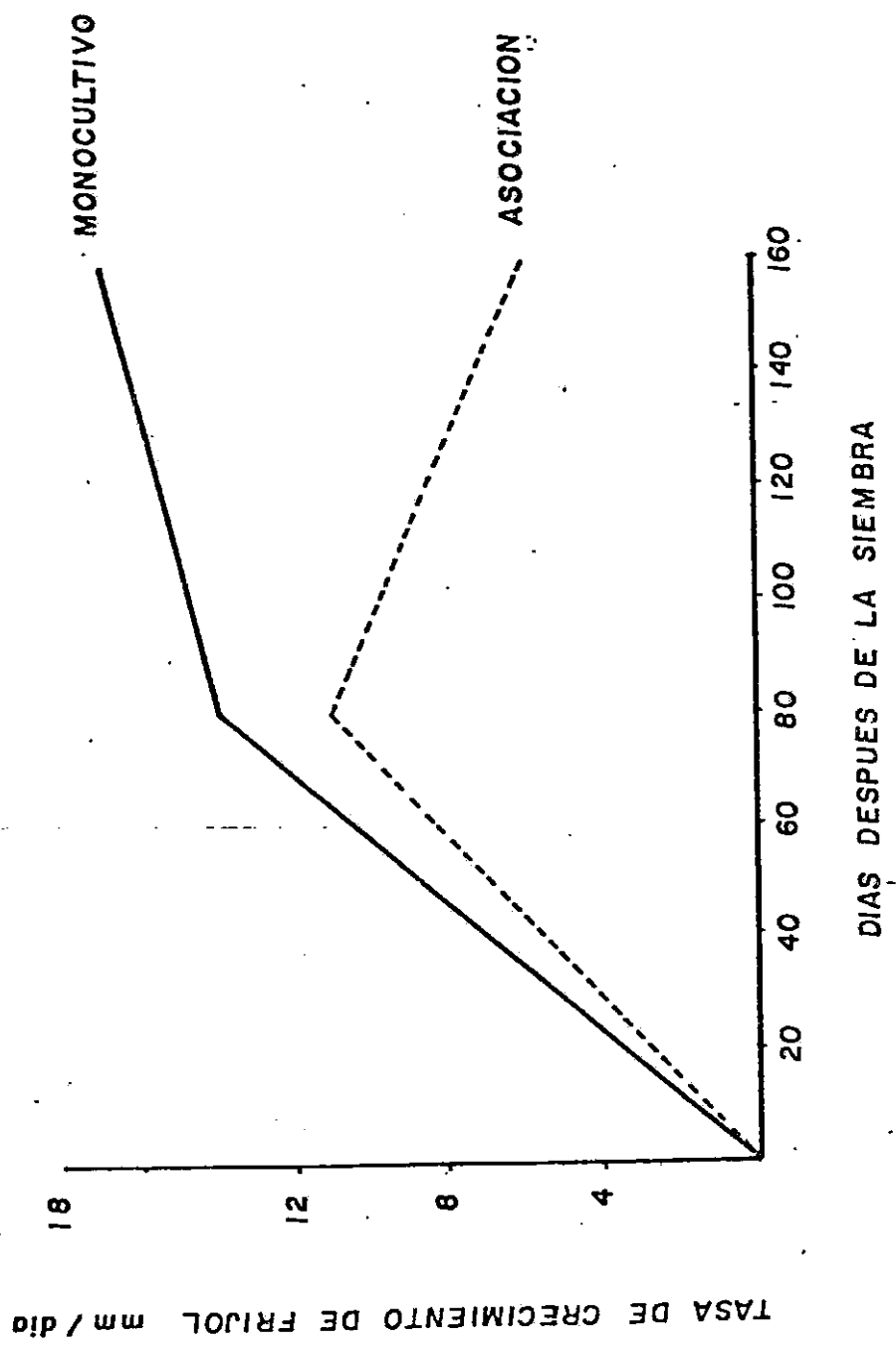


FIG. 5 EFECTO DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL FRIJOL. CRI-OBONUCO-1.982

Así mismo, se observa en la Tabla 8 un efecto negativo del sistema asociado sobre el número de ramas por planta, lo cual, indica que la asociación disminuyó el número de ramas hasta el 38% respecto al monocultivo. Lo anterior concierne con el efecto de la asociación sobre la altura de las plantas, característica que está relacionada con el número de nudos y de ramas por planta.

#### 4.2.4 Número de Semillas por Vaina.

En la Tabla 8 se puede observar que la asociación disminuyó significativamente el número de semillas por vaina en un 25% respecto al monocultivo. Esto es explicable por el efecto de la competencia interespecífica que se presenta cuando el maíz y el frijol se siembran juntos, en el mismo sitio y al mismo tiempo, lo cual, probablemente afecta el desarrollo de las vainas y el llenado de las mismas.

#### 4.2.5 Peso de 100 Semillas.

En el sistema de monocultivo se obtuvo un peso de 100 semillas de 59 gramos y en asociación con maíz de 58, con una reducción del 2%, la cual no fue estadísticamente significativa (Tablas 8 y 2).

Al respecto, Pérez (42) al estudiar el efecto de la asociación maíz-frijol, encontró que los sistemas de cultivo, monocultivo y asociado con maíz no afectaron significativamente la variable peso de 100 semillas.

#### 4.2.6 Efecto del Sistema de Cultivo sobre los Rendimientos.

Las Tablas 8 y 10 indican que los rendimientos de fríjol obtenidos en monocultivo de 1.571 kg/ha superaron estadísticamente al nivel del 5% de probabilidad (Tabla 7) a los obtenidos en asociación con maíz de 487 kg/ha, lo cual, representa una reducción del 69%. Resultados similares fueron encontrados por Lara y Lugo (35) y Pérez (42) quienes manifiestan, que el fríjol en la asociación con maíz reduce sus rendimientos entre 50 y 70% respecto al monocultivo por efectos de la competencia interespecífica.

Lo anterior muestra claramente el efecto de competencia que la planta de maíz ejerce sobre la de fríjol al sembrarse en asociación. La competencia es ejercida por nutrientes, agua y esencialmente por luz, Lepiz (34), Lugo y Lara (35). Los materiales de fríjol con hábito de crecimiento tipo 4a fueron en general los más afectados en sus rendimientos debido a que éstos presentan una menor altura de plantas y vigor y por lo tanto, menor capacidad para competir. Al respecto Paniagua (44) encontró que el hábito de crecimiento fue la característica más importante que determinó el comportamiento varietal del fríjol en casi todos los ambientes.

Francis y otros (23) han anotado que cambios en los componentes de rendimientos como: hábito de crecimiento, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, ocasionan reducciones en el rendimiento del fríjol, debido a la competencia con el maíz.

TABLA 10 Rendimientos (kg/ha) de materiales de frijol voluble en dos sistemas de cultivo. CRI Obonuco, año 1982-1983.

Materiales de Frijol	Hábito de Crecimiento	S i s t e m a s		Reducción %
		Monocultivo	Asociado	
E-605	4b	2.300	727	68
E-166-1	4b	2.315	692	70
Mortifio	4b	1.358	691	49
E-521	4b	2.249	641	71
E-525	4b	2.381	604	74
L-33003 M(4)	4a	1.422	367	74
ICA Llanogrande	4a	1.378	347	75
L-32980 M(4)	4a	917	286	69
L-32980 M(8)	4a	609	276	53
L-32983	4a	848	235	72
Promedio general		1.571	487	69

#### 4.3 EFECTO DE LOS GENOTIPOS DE MAÍZ SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE FRIJOL

El efecto de la asociación con maíz fue estudiado únicamente en el segundo año (1982-1983).

INSTITUTO AGROPECUARIO  
DE FRIJOL

##### 4.3.1 Altura de Plantas.

Se presentó un efecto altamente significativo de los genotipos de maíz sobre la altura de las plantas del frijol cuando estas dos especies se sembraron en asociación (Tabla 2). A los 80 días como a los 160 días después de la siembra, el genotipo de maíz ICA V 507 redujo significativamente la altura de las plantas del frijol en un 15 y 26%, respectivamente, con respecto a la obtenida con el híbrido varietal ICA H 556 (Tabla 11). Esto se debe a la competencia ejercida sobre el frijol por una planta de maíz de un período vegetativo largo, alta y vigorosa que le permite una mayor capacidad competitiva como ICA V 507.

La Figura 6 muestra la tendencia de la tasa de crecimiento del frijol en diferentes épocas de la siembra en monocultivo y con cada uno de los genotipos de maíz en asociación.

A los 80 días después de la siembra la tasa de crecimiento más baja se registró cuando el frijol se asoció con la variedad de maíz ICA V 507 y la más alta con el híbrido ICA H 556. El mayor efecto se observó de los 80 a los 160 días después de la siembra, presentándose re-

TABLA 11. Datos promedios de la altura de las plantas del frijol afectadas por la asociación con maíz. CRI Obonuco 1982-1983.

Características del Frijol	Asociado con Maíz		
	ICA H 556	MB 521	ICA V 507
Altura de plantas 80 días cm	91	84	77
Altura de plantas 160 días cm	159	132	118
Tasa de crecimiento 0-80 días mm	11	10	9
Tasa de crecimiento 80-160 días mm	9	6	5

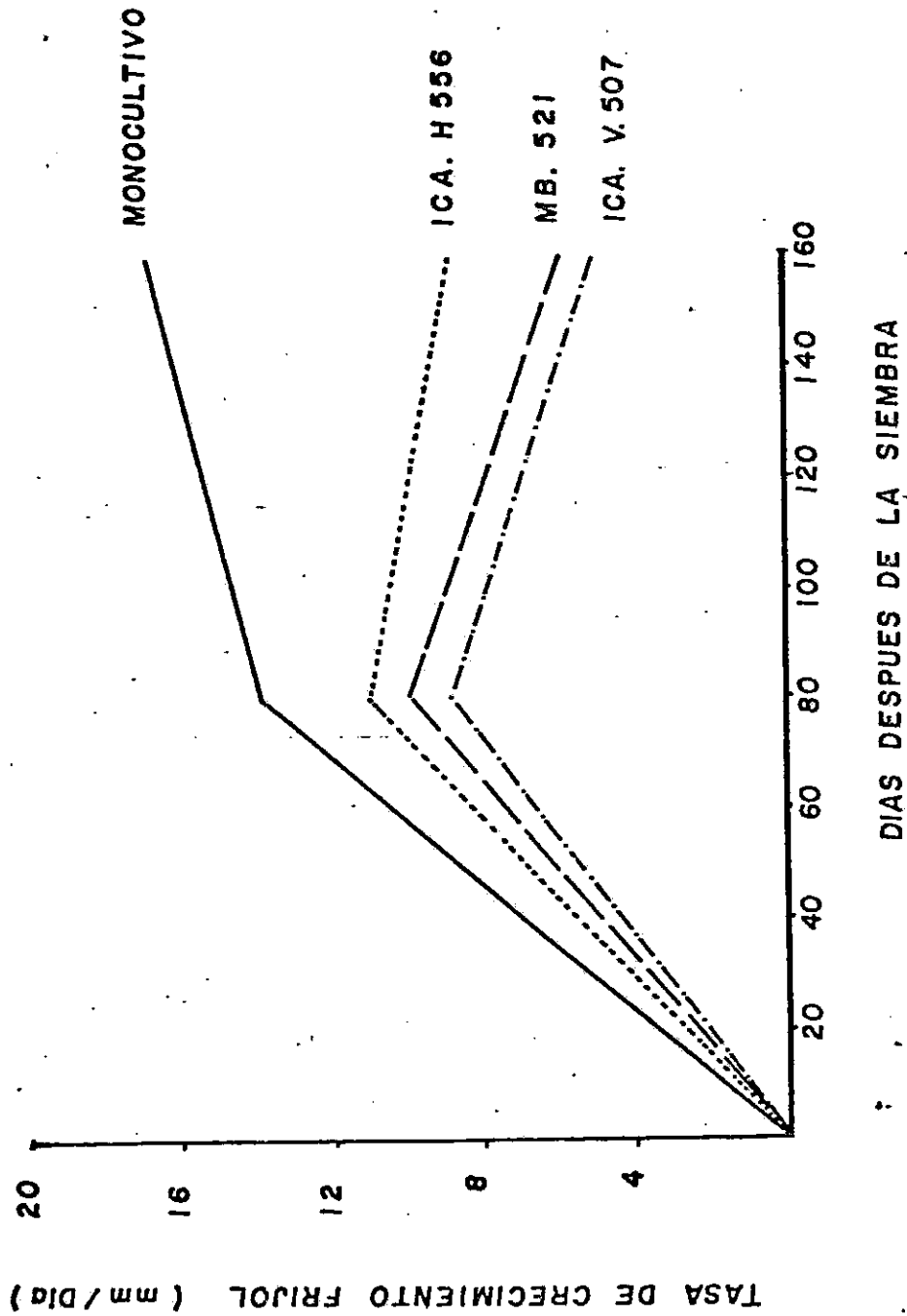


FIG. 6 EFECTO DE LOS DOS SISTEMAS DE CULTIVO Y DE CADA MAIZ SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO. CRI-OBONUCO-1.982

ducción de la tasa de crecimiento del frijol, con un mayor efecto de la variedad de maíz ICA V 507.

El frijol sembrado en asociación con genotipos de maíz de mayor altura y vigor, ve afectado su crecimiento, como también sus características morfológicas y fisiológicas, lo cual, conlleva a una reducción de sus rendimientos.

#### 4.4 EFECTO DE LA INTERACCION MAIZ - FRIJOL

Se presentó una interacción estadísticamente significativa al nivel del 5% de probabilidad, de los genotipos de maíz con los de frijol, sobre los rendimientos de los materiales de frijol, como lo muestra el análisis de variancia de la Tabla 7. El genotipo de frijol E-521 asociado con el maíz MB 521 presentó rendimientos significativamente más altos al nivel del 1% de probabilidad estadística, que la línea L-32980 M(8), y al nivel del 5% que el testigo Mortiño y L-32983 asociados con el mismo genotipo de maíz (Tabla 6). Igualmente, genotipos de frijol como E-521, E-166-1, E-605, E-525 con hábito de crecimiento tipo 4b, presentaron rendimientos estadísticamente similares cuando se asociaron con los tres genotipos de maíz (Figura 7), lo cual, indica su capacidad de asociación con maíces altos y bajos.

Los materiales de frijol con hábito de crecimiento tipo 4b deben su mejor comportamiento y rendimiento en asociación con maíz, a su mayor vigor, su mayor capacidad de trepar y a su ciclo vegetativo más prolongado.

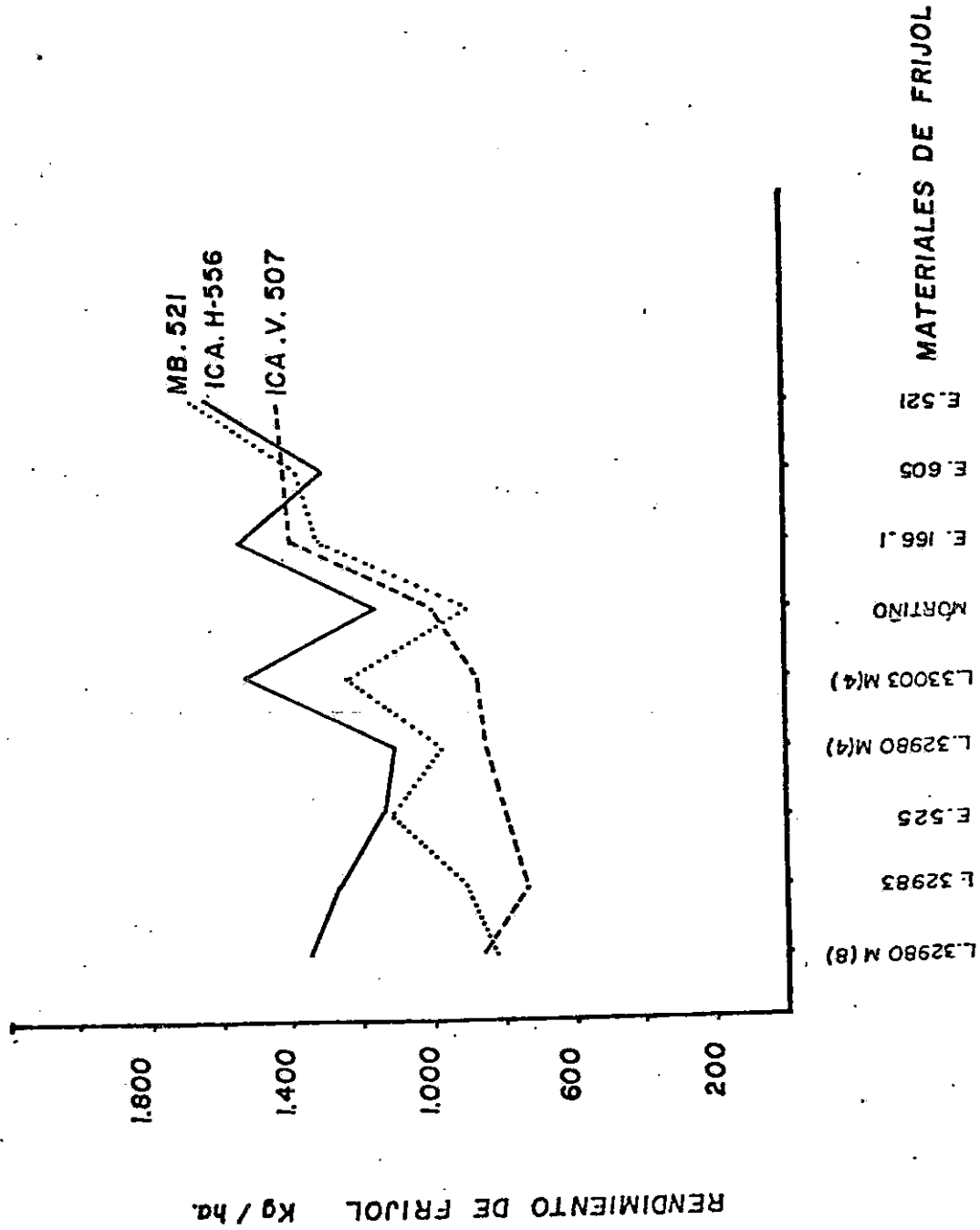


FIG. 7 RENDIMIENTO DE MATERIALES DE FRIJOL ASOCIADOS CON TRES  
GENOTIPOS DE MAIZ. PROMEDIO DE DOS AÑOS. C. R. I. OBONUCO.

Las reducciones diferenciales de rendimiento de frijol observadas para los hábitos 4a por efecto de la competencia del maíz se explican en términos de sus ciclos vegetativos y características morfológicas, los cuales, permiten una mayor o menor superposición de sus ciclos vegetativos entre los cultivos asociados, como la altura de planta, conforme lo indica Clark (6).

El grado de interacción y la subsecuente reducción en el rendimiento entre cultivos asociados depende de la competencia interespecífica y de la superposición temporal de sus ciclos de crecimiento, Davis (14), García (26).

#### 4.5 EFECTO DE LA INTERACCION AÑO X MATERIALES DE FRIJOL

Se presentó interacción significativa de cada variedad de frijol respecto al año de siembra como lo muestra el análisis de variancia de la Tabla 7.

Los genotipos de frijol E-521, E-525, E-605, L-32983, L-32980 M(4) L-32980 M(8) y Mortiño, presentaron rendimientos similares en un lote de baja fertilidad, mientras que en el primer año en un lote de mejores condiciones de fertilidad, los genotipos E-521, E-166-1 y E-605 superaron en rendimiento al resto de materiales (Tabla 12).

Esta respuesta está relacionada con la diferencia de fertilidad del suelo del lote correspondiente a cada año, puesto que, revisados

TABLA 12. Rendimientos promedios (kg/ha) de materiales de frijol volu-  
bre en asociación con tres genotipos de maíz en dos años.  
CRI Obonuco 1981-1983.

Materiales de Frijol	A ñ o s		Reducción %
	1	2	
E-521	2.553	641	75
E-166-1	2.161	692	68
E-605	2.101	656	69
L-33003 M(4)	2.071	367	82
L-32980 M(8)	1.747	276	84
L-32980 M(4)	1.726	253	85
L-32983	1.713	235	86
E-525	1.435	604	58
Mortifio	1.389	674	51
Promedio	1.877	489	74

los factores climáticos, entre otros, la precipitación, presentaron un comportamiento similar en cada uno de los dos años de estudio (Figura 1 del Apéndice).

Las interacciones registradas indican un mayor potencial productivo de los materiales E-521, E-166-1 y E-605 en condiciones de una fertilidad adecuada comparados con el resto de materiales estudiados en el primer año y comportamiento similar de todos los genotipos en condiciones de baja fertilidad.

#### RESULTADOS SOBRE MAIZ

#### 4.6 EFECTO DE GENOTIPOS DE MAIZ SOBRE SUS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

##### 4.6.1 Altura de Plantas.

El genotipo de maíz ICA V 507 presentó la mayor altura seguido del MB 521 y el híbrido varietal ICA H 556 la menor, cuyos promedios resultaron diferentes al nivel del 1% de probabilidad estadística (Tabla 13). No obstante, la altura determinada a los 80 días después de la siembra mostró la situación contraria, o sea, menor crecimiento de ICA V 507 y mayor del híbrido ICA H 556 (Tabla 14). Esto se explica por la precocidad del híbrido varietal, el cual en sus estados iniciales de desarrollo presentó un crecimiento acelerado. Resultados similares fueron descritos por Pérez (42), quien encontró que el genotipo de maíz La Posta, variedad alta y vigorosa, tuvo un crecimiento lento durante los primeros 45 días y rápido posteriormente.

TABLE 13. Cuadros medios de características agronómicas de maíz en monocultivo y asociado con frijol voluble. CRI Obonuco 1982-1983.

Fuente de Variación	G.L.	Altura Planta			Hojas/ planta CM	Largo hoja CM	Ancho hoja CM	Mazorcas/ planta CM
		80 días CM	160 días CM					
Repeticiones	2	102,70	571,58	2,24	13,55	0,79	1,82	
Maíz	2	3,093,27**	8.759,31**	93,31**	164,86	31,58*	168,17	
Error (a)	4	116,53	299,14	2,70	80,53	4,17	125,02	
Asociac. Vs. Monocultivo	1	161,00	6,03	0,07	30,05	1,19	3,88	
Frijol	9	26,09	171,10	1,13	5,12	0,46	22,78	
(Asoc. Vs. Monoc.) Maíz	2	6,95	101,67	2,07	5,95	1,10	25,63	
Frijol x Maíz	18	15,15	102,94	0,48	27,8	1,32	30,22	
Error (b)	57	43,44	86,45	1,19	38,45	0,96	29,87	
Total	95							
C.V. (%)		9,32	5,20	9,26	0,51	10,45	13,46	
R <sup>2</sup>		0,75	0,83	0,77	0,41	0,67	0,73	

CM = Cuadrado medio.

\*\* = Significativo al 1% de probabilidad estadística.

\* = Significativo al 5% de probabilidad estadística.

TABLA 14. Resultados de características agronómicas de tres genotipos de maíz en asociación.

CRI Obonuco 1982-1983.

Materiales de Maíz	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS					
	Altura de plantas a los 80 días después de la siembra cm	Altura de plantas a los 160 días después de la siembra cm	Hojas por planta No.	Ancho de la hoja cm	Mazorcas por planta No.	
ICA V 507	61	190	13	10	1,00	
MB 521	71	184	12	10	1,03	
ICA H 556	81	158	10	8	0,78	

#### 4.6.2 Número de Hojas por Planta y Ancho de Hoja.

El número de hojas por planta y el ancho de la hoja presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos de maíz (Tabla 13). Los genotipos de maíz ICA V 507 y MB 521 mostraron mayor número de hojas por planta con promedios de 13 y 12 respectivamente, comparados con el híbrido varietal ICA H 556 con promedio de 10. Igual situación se presentó para la variable ancho de la hoja; el híbrido varietal ICA H 556 dió hojas más delgadas que los genotipos ICA V 507 y MB 521, como se puede observar en los resultados de la Tabla 14. Lo anterior muestra que materiales altos, vigorosos y tardíos como los genotipos ICA V 507 y MB 521 presentaron hojas anchas y en mayor número por planta, característica que le permite competir con frijoles volubles altos y vigorosos cuando se los siembra asociados.

#### 4.6.3 Número de Mazorcas por Planta.

Los genotipos ICA V 507 y MB 521 fueron más prolíficos con el mayor número de mazorcas por planta, 1,00 y 1,03, respectivamente, comparados con 0,78 mazorcas por planta del híbrido ICA H 556 (Tabla 14).

#### 4.7 EFECTO DE GENOTIPOS DE MAIZ SOBRE SUS RENDIMIENTOS

Los rendimientos de maíz fueron estudiados en asociación con frijol mediante un análisis combinado en los dos años (Tabla 15). Los materiales de maíz MB 521 e ICA V 507 con rendimientos promedios de 3.822

INSTITUTO AGROPECUARIO  
DE COLOMBIA

TABLA 15. Cuadrados medios de rendimiento de genotipos de maíz en asociación con variedades de frijol en dos años de experimentación. CRI Obonuco 1981-1983.

Fuente de Variación	G.L.	C.M.
Año	1	121513824 **
Error (a)	4	4999492
Maíz	2	71762128 **
Año x Maíz	2	5797199
Error (b)	8	4905562
Frijol	8	1047251 **
Año x Frijol	8	671294
Maíz x Frijol	16	344431
Año x Maíz x Frijol	16	384135
Error (c)	93	365555
Total	158	

y 3.701 kg/ha respectivamente, superaron significativamente al nivel del 1% de probabilidad estadística al híbrido varietal ICA H 556 cuyo rendimiento promedio fue de 1.767 kg/ha (Tabla 16).

Tanto la variedad ICA V 507 como MB 521, son genotipos vigorosos, de porte alto y tardíos, características a las cuales se asocia una alta productividad; por el contrario, el híbrido ICA H 556 presenta una planta de menor vigor y tamaño y mayor precocidad, por lo mismo, con menor capacidad de producción.

Igualmente, es importante tener en cuenta que la precocidad está asociada con una menor productividad, aún en condiciones de monocultivo, factor que interactúa negativamente con la asociación, como el resultado presentado en este experimento.

#### 4.8 EFECTO DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE MAÍZ

No se encontró efecto significativo del sistema de cultivo en asociación con frijol sobre las características agronómicas del maíz, como altura de plantas, número de hojas por planta, ancho y largo de la hoja y mazorcas por planta (Tabla 13).

##### 4.8.1 Rendimiento.

Como puede apreciarse en la Tabla 17, el rendimiento de maíz aso-

TABLA 16. Rendimiento de genotipos de maíz en asociación con materiales de frijol voluble. CRI Obonuco 1982-1983.

Materiales de Frijol	ICA V 507	MB 521	ICA H 556	Promedio
L-33003 M(4)	3.899	3.924	1.828	3.217
L-32980 M(4)	3.216	3.859	1.771	2.949
L-32980 M(8)	3.928	4.469	1.755	3.384
L-32983	4.176	4.518	1.911	3.535
E-605	3.444	3.283	1.884	2.870
E-166-1	3.376	3.481	1.614	2.824
E-525	3.879	3.867	1.771	3.172
E-521	3.813	3.468	1.576	2.952
Mortifño	3.574	3.584	1.794	2.984
Promedio	3.701	3.822	1.767	3.097

TABLA 17. Rendimiento promedio (kg/ha) de genotipos de maíz en dos sistemas de cultivo. CRI Obonuco 1982-1983.

Genotipos de Maíz	Sistema de Cultivo		Promedio
	Monocultivo	Asociado	
ICA V 507	2.768	2.879	2.824
MB 521	2.113	2.600	2.357
ICA H 556	1.467	1.210	1.339
Promedio	2.116	2.229	

ciado con frijol fue muy similar al obtenido en monocultivo, lo cual indica que el maíz compite mejor que el frijol en el sistema asociado y que el rendimiento del maíz por efecto del sistema no se ve afectado, especialmente si se usa densidades óptimas, Lepiz y otros (33). Esta misma situación se apreció en otros trabajos como los de Francis y Prager (22) y Farmán (18), quienes encontraron que los rendimientos de maíz no se ven afectados por la asociación con frijol. Sin embargo, Pérez (42) y Davis (9), encontraron que el maíz reduce sus rendimientos entre un 20 y 30% cuando se siembra asociado con variedades de frijol voluble agresivas, vigorosas y tardías.

#### 4.9 EFECTO DE LOS MATERIALES DE FRIJOL SOBRE CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL MAIZ

No se presentó un efecto significativo de los materiales de frijol sobre altura de plantas a los 80 y 160 días después de la siembra, número de nudos, número de hojas por planta, ancho y largo de la hoja y número de mazorcas por planta, pero sí sobre los rendimientos del maíz (Tabla 15).

La Tabla 18 presenta los rendimientos de maíz asociado con cada uno de los nueve materiales de frijol, cuyo efecto fue significativo al nivel del 1% de probabilidad estadística.

Los tres genotipos de maíz asociados con la línea de frijol L-32983 dieron los más altos rendimientos, con un promedio de 3.535 kg/ha. Re-

TABLA 18. Efecto de los materiales de frijol sobre los rendimientos de maíz en asociación. CRI Obonuco 1981-1983.

---

Materiales de Frijol	Rendimientos de Maíz kg/ha
L-33003 M(4)	3.217
L-32980 M(4)	2.948
L-32980 M(8)	3.364
L-32983	3.535
E-605	2.870
E-166-1	2.824
E-525	3.172
E-521	2.953
Mortifio	2.984
Promedio	3.096

---

sultado contrario se observó con E-605 y E-166-1, con los cuales, la productividad promedio fue la menor.

Esta clara tendencia concuerda con el hecho de que el genotipo de maíz que resultó con el menor rendimiento, estuvo asociado con materiales de frijol como Mortiño, E-521, E-605 y E-166-1 cuyo tipo de plantas es vigoroso, bastante agresivo y de ciclo vegetativo largo. Cuando el maíz se asoció con los genotipos de frijol como L-32983, L-32980 M(4) y L-32980 M(8) que por su precocidad y menor capacidad de competencia, permitieron, los mayores rendimientos del maíz.

#### 4.10 EFECTO DE LA INTERACCION MAIZ X FRIJOL SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ

No se encontró efecto significativo de los genotipos de maíz con cada uno de los materiales de frijol estudiados, debido probablemente a la capacidad de competir de los tres genotipos de maíz estudiados (Tabla 15).

#### 4.11 EFECTO DE AÑO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ

En la Tabla 19 se aprecia que los rendimientos de maíz en el primer año fueron significativamente más altos al nivel del 1% de probabilidad estadística, que los obtenidos en el segundo año. La reducción del rendimiento de maíz en el segundo año fue de 1.733 kg/ha que representa un 44% con respecto al primer año.

TABLA 19. Efecto del año sobre los rendimientos de maíz. CRI Obonuco  
1981-1983.

Genotipos de Maíz	A ñ o s		Promedio
	1o.	2o.	
ICA V 507	4.554	2.848	3.701
MB 521	5.022	2.621	3.822
ICA H 556	2.312	1.222	1.767
Promedio	3.963	2.230	

Similar a lo encontrado con los rendimientos del frijol, se presentó un efecto marcado de la baja fertilidad del suelo del lote correspondiente al año 2, teniendo en cuenta que las condiciones climáticas (Figura 1) no presentaron contrastes entre los años de estudio, tanto como el factor suelo.

## 5. CONCLUSIONES

### SOBRE FRIJOL

Genotipos de frijol voluble tipo 4b, altos vigorosos y tardíos, presentaron mayor número de nudos y de ramas sobre el tallo principal, como también semillas de mayor peso y tamaño.

El número de nudos y de ramas por planta estuvo asociado directamente con la altura de las plantas de frijol.

El número de nudos, el número de ramas desarrolladas sobre el tallo principal y la altura de las plantas de frijol, estuvieron altamente correlacionados en forma lineal y positiva con el rendimiento.

Las líneas de frijol L-32983 y L-32980 M(8) con hábito de crecimiento 4a presentaron rendimientos más bajos con relación a los obtenidos por el genotipo E-521 (4b) cuando se asociaron con el maíz MB 521.

Los rendimientos de los genotipos de frijol E-521, E-166-1 y E-605 no fueron afectados cuando se asociaron con los genotipos de maíz ICA V 507, MB 521 e ICA H 556.

El sistema de asociación con maíz no afectó las características agronómicas del frijol, días a floración y peso de 100 semillas.

La asociación con maíz redujo el número de ramas por planta del frijol en un 38% y el número de semillas por vaina en 25%.

Los genotipos de frijol tipo 4b, sembrados en monocultivo presentaron mayor altura de plantas a los 160 días después de la siembra, que los de tipo 4a sembrados en asociación con maíz.

La asociación con maíz redujo los rendimientos del frijol en un 69% respecto al monocultivo.

Los genotipos de frijol E-521, E-166-1 y E-605 mostraron un mayor potencial productivo en un lote de buena fertilidad respecto al resto de materiales y comportamiento similar en un lote de baja fertilidad.

#### SOBRE MAIZ

Los mejores rendimientos de maíz fueron obtenidos por los genotipos que presentaron mayores alturas de plantas, número de hojas y mazorcas por planta como MB 521 e ICA V 507.

La asociación con frijoles de menor altura, poco vigorosos y precoces como L-32983, permitió obtener los más altos rendimientos de maíz y los más bajos, cuando se asoció con frijoles altos y vigorosos como E-605, E-521 y E-166-1.

El sistema de asociación no tuvo efecto alguno sobre el comporta-

miento de los genotipos de maíz estudiados en cuanto a la altura de plantas, al número de hojas por planta, ancho y largo de hoja y mazorcas por planta.

## 6. RECOMENDACIONES

Para obtener óptimos rendimientos, tanto de maíz como de frijol es aconsejable asociar genotipos de maíz ICA V 507 y MB 521 con materiales de frijol como E-605, E-521 y el testigo Mortiño.

Realizar estudios sobre el efecto de la asociación en la incidencia de plagas, enfermedades y malezas en clima frío.

Establecer el óptimo económico entre la asociación y diferentes sistemas de tutorados en monocultivo.

Para futuros trabajos, contemplar como factores de variación diferentes materiales de maíz y de frijol y las densidades de siembra.

Estudiar la influencia de la asociación sobre aspectos anatómicos y fisiológicos de cada uno de los cultivos.

## 7. RESUMEN

La práctica de asociar cultivos es ampliamente usada en fincas de subsistencia de los países tropicales. En el Departamento de Nariño, la asociación maíz x frijol ocupa 10.000 hectáreas utilizando variedades en su mayoría nativas.

Con el presente experimento se pretende seleccionar genotipos de maíz y frijol voluble de buen comportamiento en la asociación.

El experimento se llevó a cabo en el Centro Regional de Investigación Obonuco del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-, localizado a 2.710 msnm, con una temperatura promedio de 13,5°C.

Se seleccionó un diseño experimental de parcelas divididas con tres repeticiones. Sobre las parcelas se estudió los genotipos de maíz y en las subparcelas los de frijol.

Se encontró que la asociación disminuyó la altura de plantas de los diez genotipos de frijol estudiados respecto al monocultivo en 45%; la tasa de crecimiento entre un 21 y 65%; el número de ramas por planta en 38%; el número de semillas por vaina en 25% y los rendimientos en 69%.

Los rendimientos de la línea de frijol E-521 en asociación con el maíz MB 521 fueron significativamente más altos al nivel del 1% de

probabilidad estadística, que los obtenidos por la línea L-32980 M(8); y al nivel del 5% que el testigo Mortifío y la línea L-32983 asociados con el mismo genotipo de maíz. Los genotipos de frijol E-521, E-166-1, E-605 y E-525 presentaron rendimientos similares, cuando se asociaron con los tres genotipos de maíz.

La asociación no afectó, el número de hojas por planta, largo y ancho de la hoja, el número de mazorcas por planta, ni los rendimientos de maíz.

Los rendimientos presentaron interacción del genotipo de frijol por el año, probablemente relacionado con la fertilidad del suelo del lote correspondiente a cada año. Esta indicó mayor producción de las líneas de frijol E-521; E-166-1 y E-605 que el Mortifío y al resto de materiales en un lote de alta fertilidad; mientras que sus rendimientos fueron similares al de los otros materiales en un lote de baja fertilidad.

Los rendimientos más altos de maíz se obtuvieron cuando éste se asoció con frijoles volubles, poco vigorosos y precoces como L-32983 y los rendimientos más bajos cuando se asoció con frijoles altos, vigorosos y tardíos, como E-521, E-605 y E-166-1.

## 8. SUMMARY

The associated crop system (mixed cropping) is largely used for small farmers of the tropical countries. The farmers in the Nariffo region plant approximately 10.000 ha, with the association maize-beans being composed principally of native varieties.

This research was carried out at the Obonuco Experiment Station of the Colombian Agricultural Institute (ICA) located at 2710 meters above the sea level and with an average temperature of 13,5°C.

The main objective was to select maize and bean genotypes which showed a good agronomic behavior in association.

The experiment was carried out in a split-plot design with three replications where the maize varieties were distributed on main plots and the bean lines on subplots.

It was observed that the association decreased bean plant height 45%, number of branches 38%, seeds per pod 25%, and yield 69%, with respect to monoculture.

The yield of the line E-521 in the association with MB 521 maize was higher than the yield of the lines L-32980 M(8), L-32983 and Mor-tiffo when these beans were associated with the same maize genotype MB 521. The yield differences were significant at the probability level

of 1% and 5%, respectively.

Bean genotype E-521, E-166-1, E-605 and E-625 had similar yield when they were associated with the three maize genotypes.

Leaf number, leaf length and width, ears per plant, and the yield of maize plant were not affected by the association.

Interaction between bean lines and year was observed, probably, because of the variation in soil fertility through years. In fact, it was found that E-521 and L-33003 M(4) bean lines yielded more than the E-166-1 bean line in the poorer soil. The E-605 bean line surpassed the native variety for grain yield in soils of good fertility but their yields were similar in the poor soil.

Higher yields of maize were obtained when it was associated with a vigorous and early maturing climbing bean, L-32983, and lower yields when it was associated with high, vigorous and aggressive climbing beans E-521, E-605 and E-166-1.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AMAYA, C. M. Efecto de diferentes poblaciones de maíz y frijol en el sistema de asociación de maíz y frijol de enredadera. Bogotá, UNC-ICA, 1980, 97 p. (Seminario de Tesis).
2. BARRERO, M. C. Efecto de dos fuentes (boñiga y gallinaza) y tres niveles de materia orgánica en la producción del sistema de cultivo maíz asociado con frijol de enredadera o voluble. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, 1980. (Tesis Ing. Agr.).
3. BASTIDAS, P.; ROSERO, R. R. Comportamiento de 225 variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), en el departamento de Nariño y Valle de Sibundoy, Intendencia Nacional de Putumayo. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1979. 79 p. (Tesis Ing. Agr.).
4. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CALI (COLOMBIA). Metodología para obtener semillas de calidad de arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, CIAT, 1983. 197 p.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. PROGRAMA DE FRIJOL. CALI (COLOMBIA). Sistema de producción de frijol. En: \_\_\_\_\_. Informe Anual 1979. Cali, CIAT, 1979. p. 64.

6. CLARK, E. A. Studies on competition between associated bean and maize crops. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. 92 p.
7. CLEMENTS, F. E.; WEAVER, J. E.; HANSON, H. C. Plant competition; and analysis of community function. Washington, Cornegis Institution, 1929. 340 p.
8. DALRYMPLE, D. G. Survey of multiple cropping in less developed nations. Washington, United States Department of Agriculture, 1971. 108 p.
9. DAVIS, J. H. C. Mejoramiento de frijoles volubles para sistemas de asociación con maíz. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978. 7 p.
10. \_\_\_\_\_; BEUNINGEN, L.; ORTIZ, M. V.; PINO, C. Selecting bean (Phaseolus vulgaris L.) for tolerance to competition from maize when intercropped. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1983. 16 p.
11. \_\_\_\_\_; GARCIA, S. Efectos del hábito de crecimiento en la producción y rentabilidad de la asociación maíz x frijol voluble. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 13 p.

12. DAVIS, J. H. C.; GARCIA, S. Relación de competencia entre fríjol y maíz en sistemas de asociación y sus ingerencias para el mejoramiento genético. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 13 p.
  
13. \_\_\_\_\_. Metodología de la investigación aplicada a la asociación fríjol-maíz. En: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. PROGRAMA DE FRIJOL. CALI (COLOMBIA). Curso de fríjol. Cali, CIAT, 1983. 8 p.
  
14. \_\_\_\_\_. Interacción de genotipos por sistemas de cultivo en fríjol y maíz. En: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. PROGRAMA DE FRIJOL. CALI (COLOMBIA). Curso de fríjol. Cali, CIAT, 1983. 19 p.
  
15. DESIR, S. Producción de maíz y fríjol común asociados según hábito de crecimiento y población de plantas. Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1975. 41 p. (Tesis Mag. Sci.).
  
16. DONALD, C. M. Competition among-crop and pasture plants. *Advances in Agronomy* (Estados Unidos) v.15 no.1, p. 114. 1973.
  
17. EDJE, O. T.; MUGHOGHO, L. K.; KAD, Y. P. Effects of mixed cropping of maize and beans on seed yield. Lilongwe, University of Malawi. Bean Improvement Cooperative. Annual report. v.19 no.31 p.33-34. 1976.

18. FARDIN, F. Influencia de sistemas de consorciacao ha productividade e outras características agronomicas do milho e do feijao. Lavras, Minas Gerais, Brasil, Escuela Superior de Agricultura, 1977. 61 p. (Tese Mag. Sci.).
19. FISHER, N. M. Studies in mixed cropping. III. Further results sith maize-bean mixture. Experimental Agriculture (Kenia) v.15 no.4, p.49-58. 1979.
20. FLOR, C. A.; FRANCIS, C. A. Respuesta de estudios de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el trópico latinoamericano. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1975. 17 p.
21. FRANCIS, C. A.; DAVIS, J.; PRAGUER, M.; TEJADA, G.; GARCIA, S. Interacción genotipo por sistema en la asociación maíz-fríjol. En: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. PROGRAMA DE FRIJOL. CALI (COLOMBIA). Curso de fríjol. Cali, CIAT, 1978. 25 p.
22. \_\_\_\_\_; PRAGUER, M. Factores agronómicos de la asociación maíz-fríjol. En: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. PROGRAMA DE FRIJOL. CALI (COLOMBIA). Curso de fríjol. Cali, CIAT, 1977. 12 p.

23. FRANCIS, C. A.; FLOR, C. A.; TEMPLE, S. R. Selección de variedades para sistemas de cultivo intercalado en los trópicos. Simposio sobre Cultivos Múltiples, Reunión anual, Knoxville, Tennessee, s.l., s.e., 1975. p.235-253.
24. \_\_\_\_\_; PRAGUER, M.; LAING, D. R. Genotipe x environment interactions in climbing bean cultivars in monoculture and asociated with maize. Crop Science (Estados Unidos) v.18 no.2, p.242-246. 1978.
25. GARCIA, S.; DAVIS, J. H. C. Sistemas de siembra de maíz y frijol en asociación. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980. 12 p.
26. GARCIA, S.; DAVIS, J. Principios básicos de la asociación de cultivos. En: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. PROGRAMA DE FRIJOL. CALI (COLOMBIA). Curso de frijol. Cali, CIAT, 1983. 9 p.
27. HARLAN, J. P. Theory and dynamics of grasslands agriculture. New Jersey, Princeton, 1956. 281 p.
28. HART, R. D. A bean, corn and manioc polyculture cropping system. I. The effect of interespecific competition on crop yield. Turrialba (Costa Rica) v.24 no.3, p.294-301. 1975.

29. HASSELBACH, O. E. The effect of some treatments in maize interplanted beans; Mahuti-Thika; SK.1977-78. Thika, Kenya, National Horticultural Research Station, 1978. p.147-151. (Grain Legume Project. Internal Report, no. GLP-18).
30. HIGUITA, F. Siembras múltiples e intercaladas. Bogotá, ICA, 1971. 28 p. (Boletín Divulgativo, no.42).
31. KOHASHI - SHIBATA, J. Contribuciones al conocimiento del frijol. (Phaseolus vulgaris) en México. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1979. p.39-57.
32. LAING, D. R. Competencia en los sistemas de cultivos asociados de maíz-frijol. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978. 17 p.
33. LEPIZ, R. I. Asociación de cultivos maíz-frijol. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1974. 46 p. (Folleto Técnico, no.58).
34. \_\_\_\_\_. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Departamento de Genética, 1978. 80 p. (Tesis Ph. D.).
35. LUGO, R. R.; LARA, H. H. Estudio de las asociaciones maíz-leguminosas bajo condiciones de riego. Araura, Venezuela, Comité de Fomento Regional de Maíz, 1977. 13 p.



43. PESSANHA, G. G. Estudios sobre misturas de cultivares de feijao (Phaseolus vulgaris L.). Viçosa, Minas Gerais, Universidad Federal de Vicosa, 1980. 96 p. (Tese Ph. D.).
44. PANIAGUA, G. C. V. Identification and stability analysis of traits important to yield of beans in associated culture. East Lansing, Michigan State University, Department of Crop and Soil Sciences, 1977. 76 p. (Thesis Ph. D.).
45. REYES, L. M. C.; GIRALDO, H. P. ARAMENDIZ, H. T.; MEJIA, J. CH. Evaluación de diversos genotipos de maíz en asociación con frijol voluble. Bogotá, UNC-ICA, 1982. 46 p. (Trabajo Especial).
46. ROMAN, A. DE J. Resultados obtenidos de la investigación de frijol en ICA - La Selva. En: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. PROGRAMA DE FRIJOL. CALI (COLOMBIA). Curso de frijol. Cali, CIAT, 1980. 12 p.
47. ROBINSON, P. R.; SPRAGUE, V. G. The clover populations and yields of a Kentucky bluegrass as affected by nitrogen fertilization clipping treatment and irrigation. Journal Administrated Societe Agronomic (Estados Unidos) v.39 no.1, p.107-116. 1947.
48. SANTA CECILIA, F. C.; VIEIRA, C. Asociated cropping of beans and maize. I. Effects of bean cultivars with different growth habits. Turrialba (Costa Rica) v.28 no.1, p.19-23. 1978.

49. TARAZONA, B. C. Efecto de diferentes poblaciones y niveles de nitrógeno y fósforo sobre el cultivo asociado papa y frijol en el Oriente de Cundinamarca. Bogotá, UNC-ICA, 1974. 228 p. (Tesis Mag. Sci.).
50. TEJADA, G.; DAVIS, J.; GARCIA, S. Factores agronómicos en la asociación frijol-maíz. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. 26 p.
51. THOMPSON, H. C.; KELLY, W. C. Vegetables crops. 5 ed. New York, McGraw Hill, 1957. p.145-152.
52. THUNG, M. Antecedentes fisiológicos y agronómicos para cultivar la yuca y el frijol en asociación. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. 20 p.
53. TOALA, A. O. Influencia del microclima sobre el comportamiento fisiológico y rendimiento del frijol común y de costa asociado con maíz, yuca y plátano. Turrialba, Universidad de Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1976. 135 p. (Tesis Mag. Sci.).
54. TOBON, J. H. Comportamiento de algunos sistemas agrícolas tradicionales en varias prácticas de producción en el Oriente de Antioquia, Colombia. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1974. 149 p. (Tesis Mag. Sci.).

55. VIEIRA, C. Plantaio de feijao na cultura do milho. Informe Agropecuario (Brasil) v.28 no.72, p.45-48. 1980.
56. WILSON, A. P.; PEAKE, R. W. Seasonal yield and nitrogen content of three grasses single and in mixture. Canadian Journal of Agricultural Science (Canadá) v.36 no.2, p.221-232. 1956.

APENDICE

TABLA 1. Índices de correlación entre características agronómicas del frijol. CRI Obonuco 1982-1983.

	Altura a 80 días	Altura a 160 días	Número nudos/pl.	Número ramas/pl.	Número Sem/vaina	Peso 100 sem.	Días a florac.	Rendimiento
Altura 80 días	-	0,678	0,585	0,626	0,289	0,032	0,099	0,560
Altura 160 días	-	-	0,818	0,796	0,438	0,155	0,295	0,836
Número nudos/planta	-	-	-	0,925	0,290	0,308	0,584	0,761
Número ramas/planta	-	-	-	-	0,299	0,281	0,382	0,744
Número semillas/vaina	-	-	-	-	-	0,160	0,096	0,427
Peso 100 semillas	-	-	-	-	-	-	0,337	0,242

TABLA 2. Análisis de regresión del número de nudos por planta de frijol vs. los rendimientos.

Fuente de Var.	G.L.	S.S.	M.S.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Regresión	1	652364	652364,27	**26,52	5,32	11,26
Error	8	196754	24594			
Total	9	849119				

R = 0,88

TABLA 3. Análisis de regresión del número de ramas por planta de frijol vs. rendimientos.

Fuente de Variación	G.L.	S.S.	M.S.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Regresión	1	572227	572227	**16,50	5,32	11,26
Error	8	277460	34682,5			
Total	9	849687				

R = 0,67

TABLA 4. Análisis de regresión de la altura de plantas de frijol vs. rendimientos.

Fuente de Variación	G.L.	S.S.	M.S.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
Regresión	1	722760	722760,27	**45,76	5,32	11,26
Error	8	126358	15795			
Total	9	849119				

R = 0,92



TABLA 6. Resultados de fertilidad de suelos de los lotes 9 y 4. CRI  
Obonuco 1981-1983.

	Lote No.9 1981 - 1982	Lote No.4 1982 - 1983
Clase de textura	Ar. A.	Ar. A.
pH	6,0	5,20
M.O. (%)	4,53	4,22
P (ppm)	312,0	47,70
Al (meq/100 ml de suelo)	-	0,20
Ca (meq/100 ml de suelo)	17,20	11,30
Mg (meq/100 ml de suelo)	3,50	1,90
K (meq/100 ml de suelo)	2,40	0,54
Na (meq/100 ml de suelo)	0,30	0,40
C.I.C. (meq/100 ml de suelo)	23,50	14,40
C.E. (mmhos/cm)	0,30	0,26

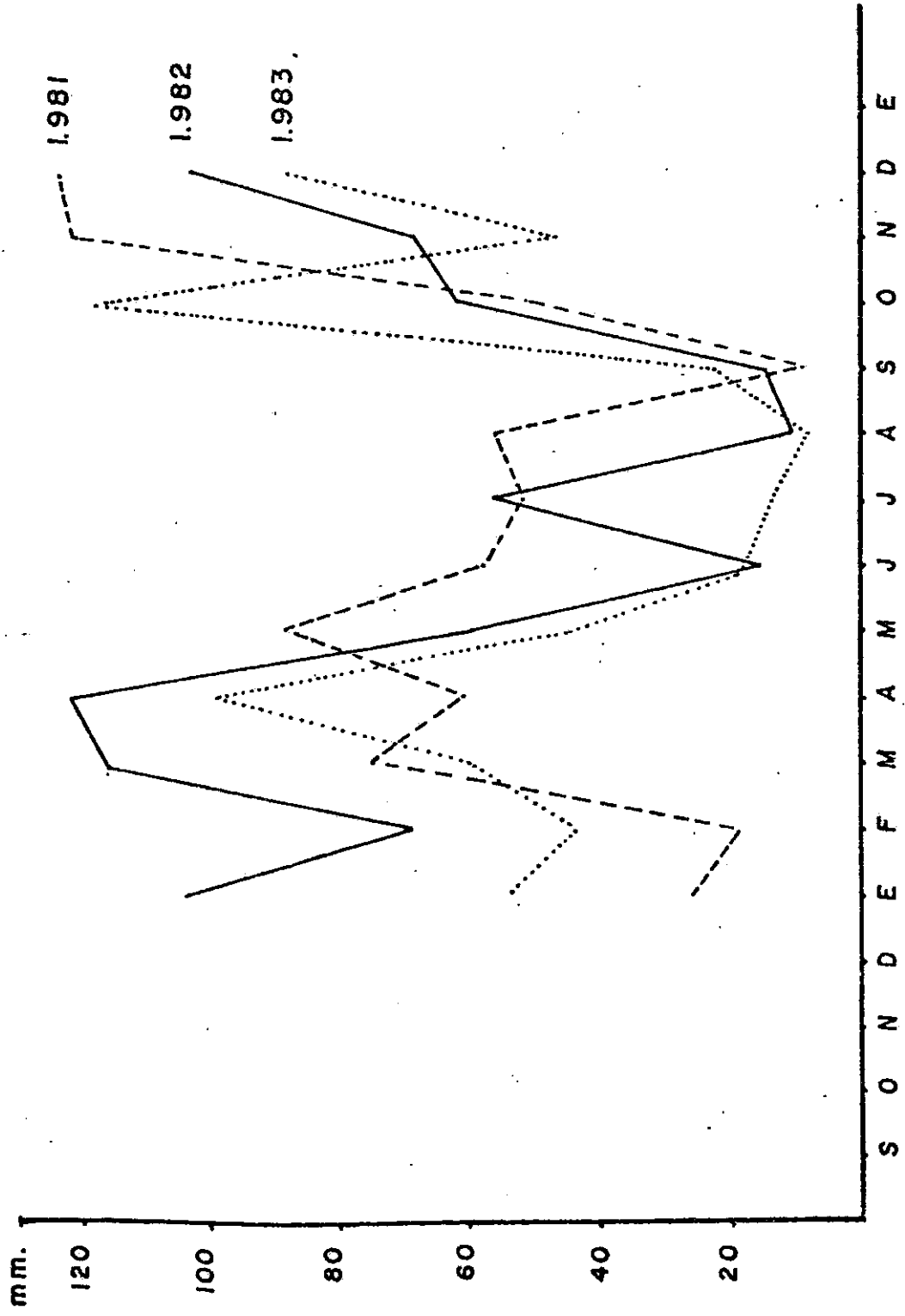


FIG. 1 DISTRIBUCION MENSUAL DE LA PRECIPITACION C.R.I. OBOUUCO.