

PROYECTO No. 1: SISTEMA MAIZ x FRIJOL

EXPERIMENTO No. 4

TITULO: "PRODUCTIVIDAD DE DIFERENTES ARREGLOS DEL SISTEMA MAIZ X FRIJOL  
EN CLIMA MEDIO"

Por: Guillermo Florez y Jesús Arias

I. INTRODUCCION:

En amplias zonas de clima medio se practica el cultivo múltiple Maíz-Frijol.

La poca información disponible sobre algunos arreglos del sistema múltiple maíz-fríjol, proviene de estudios realizados en clima frío y caliente.

Para la zona de clima medio que comprende más de tres millones de hectáreas no existe información al respecto.

En este trabajo se han tomado las variantes existentes más importantes con el fin de evaluar el potencial productivo de cada arreglo y establecer el factor limitante de producción.

Con base en el estudio del sistema se podrá posteriormente recomendar los arreglos más productivos e introducir mejoras técnicas de manejo, variedades, laboreo, controles fitosanitarios, fertilización etc., como también introducir nuevos arreglos. Pero especialmente se pretende conocer y evaluar el sistema para presentarlo como una alternativa de producción estable a nivel nacional.

II. OBJETIVOS:

1. Observar y caracterizar la interacción de las especies componentes del sistema Maíz x Frijol en Clima Medio.

2. Evaluar diferentes poblaciones y distribuciones de fríjol arbustivo y voluble asociado y/o intercalado con maíz.
3. Establecer los factores limitantes de la productividad del conjunto y de los componentes.
4. Recomendar las mejores combinaciones desde el punto de vista práctico.

### III. REVISION DE LITERATURA:

En el Departamento de Antioquia en las zonas de clima frío y frío moderado los rendimientos promedios para la asociación MAÍZ-FRIJOL VOLUBLE son de 800 y 1.200 kilos por hectárea respectivamente. Estos rendimientos varían dentro de un amplio rango, de acuerdo a las variedades cultivadas, los niveles de fertilización, la precipitación durante el período vegetativo, las densidades de población de ambas especies, la época relativa de siembra, la presencia de enfermedades, etc. Según Francis, C.A. et al, en experimentos realizados en el CIAT (Palмира - Valle), los rendimientos del maíz en asociación con fríjol no se ven afectados por este, antes por el contrario aumentan frecuentemente cuando se determina la densidad óptima, las fechas de siembra relativas y la orientación física de los cultivos (1).

El mismo autor y Prager, M. establecieron que en la asociación Maíz - Fríjol, el fríjol sí disminuye sus rendimientos en un 50% con relación al unicultivo. En cambio el rendimiento del maíz no disminuye. (2).

Comparando los rendimientos del Maíz en las asociaciones Maíz - Frijol Arbustivo y Maíz - Fríjol Voluble, se concluye que el maíz produce más altas poblaciones de fríjol arbustivo (200.000 plantas/hectárea) que con fríjol voluble. (3).

En Kenia se encontró clara ventaja para el cultivo asociado Maíz Fríjol en las estaciones de lluvias prolongadas. (4). En el Valle de Puebla

(México, 1975), con poblaciones de Maíz de 20, 30 y 40.000 plantas por hectárea y 60.000 de frijol al comparar el unicultivo y el asocio, se observa que el rendimiento de Maíz ó Frijol en unicultivo fué más alto que el del asocio Maíz - Frijol. Sin embargo el ingreso obtenido del cultivo asociado fué siempre mayor (5).

En el CIAT (Palmira - Valle) se estableció que los rendimientos del maíz no difirieron significativamente entre el unicultivo y el asocio a densidades de 3 a  $4 \times 10^4$  plantas por hectárea en ensayos con diferentes variedades de frijol, densidades de plantas de frijol, sistemas de siembra y épocas relativas de siembra de los dos cultivos (6).

Igualmente se ha llegado a la conclusión de que la asociación reduce el ataque de *Spodoptera frugiperda* en el maíz, los costos de producción y el volcamiento del maíz (2).

Con base en estudios realizados en el CIAT se ha establecido que en unicultivo o en cultivos asociados de Maíz y Frijol los rendimientos de frijol no responden en forma consistente al aumento de la densidad de siembra (7).

Sin embargo la densidad recomendada de frijol es de 100-200 mil y 2.000-250.000 plantas por hectárea para el trepador y el arbustivo respectivamente (2).

Se ha encontrado así mismo, que el frijol voluble rinde más en asociación con maíz alto y que el arbustivo produce más con maíz bajo (3).

En Costa Rica se halló que los rendimientos totales de los cultivares arbustivos de frijol fueron superiores a los del voluble tanto en unicultivo como en asociación con maíz (8).

En la evaluación realizada por el Programa de Maíz y Sorgo (ICA) en la Selva (1979), de varios genotipos de maíz y frijol se obtuvo que el -

maíz V-402 en unicultivo produjo 4.610 kilogramos por hectárea y en - asocio con los frijoles ICA - Viboral, Cargamanto y Radical 3.251, - 4.669 y 4.492 kilos por hectárea respectivamente.

El promedio del rendimiento de V-402 con siete tipos de frijol fué de 4.027 kilos/ha., ocupando el tercer lugar entre siete genotipos de - maíz incluyendo el ICA V-453 (1o.), Regional Amarillo (2o.) y MB-442 I sin N (4o.).

Los mejores frijoles para el asocio con maíz fueron en su orden: MORTIÑO (Nariño), CARGAMANTO del Agricultor, I - 32980 MS, Cargamanto ICA-Selecc 71, Radical, etc.

#### IV. MATERIALES Y METODOS:

##### 1. UBICACION:

Centro experimental Tulio Ospina 1.600 m.s.n.m., Bello (Antioquia).  
Suelos aluviales de fertilidad media.

##### 2. FECHA DE SIEMBRA:

Marzo/82.

##### 3. DISEÑO:

Bloques al azar, quince tratamientos replicados cuatro veces.

##### 4. AREA DE PARCELA:

19.68 mts<sup>2</sup>

##### 5. MODO DE SIEMBRA:

Las distancias y distribuciones de cada uno de los componentes por arreglo se presentan en la tabla de tratamientos (1), y en la gráfica 2.

TABLA No. 1

T R A T A M I E N T O S

No.	DESCRIPCION	DISTANCIA	PORLACION/ESPECIE		
			MAIZ	FRIJOL ARB.	FRIJOL VOL.
1	Maíz solo, en sitios tres planchas por s.	0.82 x 1.0 M.	36		
2	FRIJOL CATIO (Arbustivo) solo.	0.41 x 0.2 M.		96	
3	FRIJOL TONE (Arbustivo) solo.	0.41 x 0.2 M.		96	
4	FRIJOL LIBORINO SOLO. DOS PLANTAS POR SITIO	0.82 x 1.0 M.			24
5	Maíz en sitios y Catio intercalado: en el surco entre sitios.		36	40	
6	Maíz en sitios y Catio intercalado: en el surco de Maíz y un surco a 15 cms.		36	88	
7	Maíz en sitios y Catio intercalado: dentro del surco de Maíz y ambos lados a 15 cms. en surco		36	136	
8	Maíz en sitios y Toné intercalado: en el surco entre sitios.		36	40	
9	Maíz en sitios y Toné intercalado: en el surco de maíz y un surco a 15 cms.		36	88	
10	Maíz en sitios y Toné intercalado: dentro del surco de Maíz y a ambos lados a 15 cms. un surco.		36	136	
11	Maíz en sitios asociado con Liborino, dos plantas por sitio e intercalado con CATIO - un surco.		36	48	24
12	Maíz en sitios asociado con Liborino e intercalado con Toné, un surco en la calle.		36	48	24
13	Maíz en sitios asociado con Liborino - dos plantas de frijol por sitio de Maíz		36		24
14	Maíz en sitios intercalado con CATIO - dentro del surco de Maíz y dos surcos en la calle.		36	136	
15	Maíz en sitios intercalado con Toné - dentro del surco de Maíz y dos surcos en la calle.		36	136	

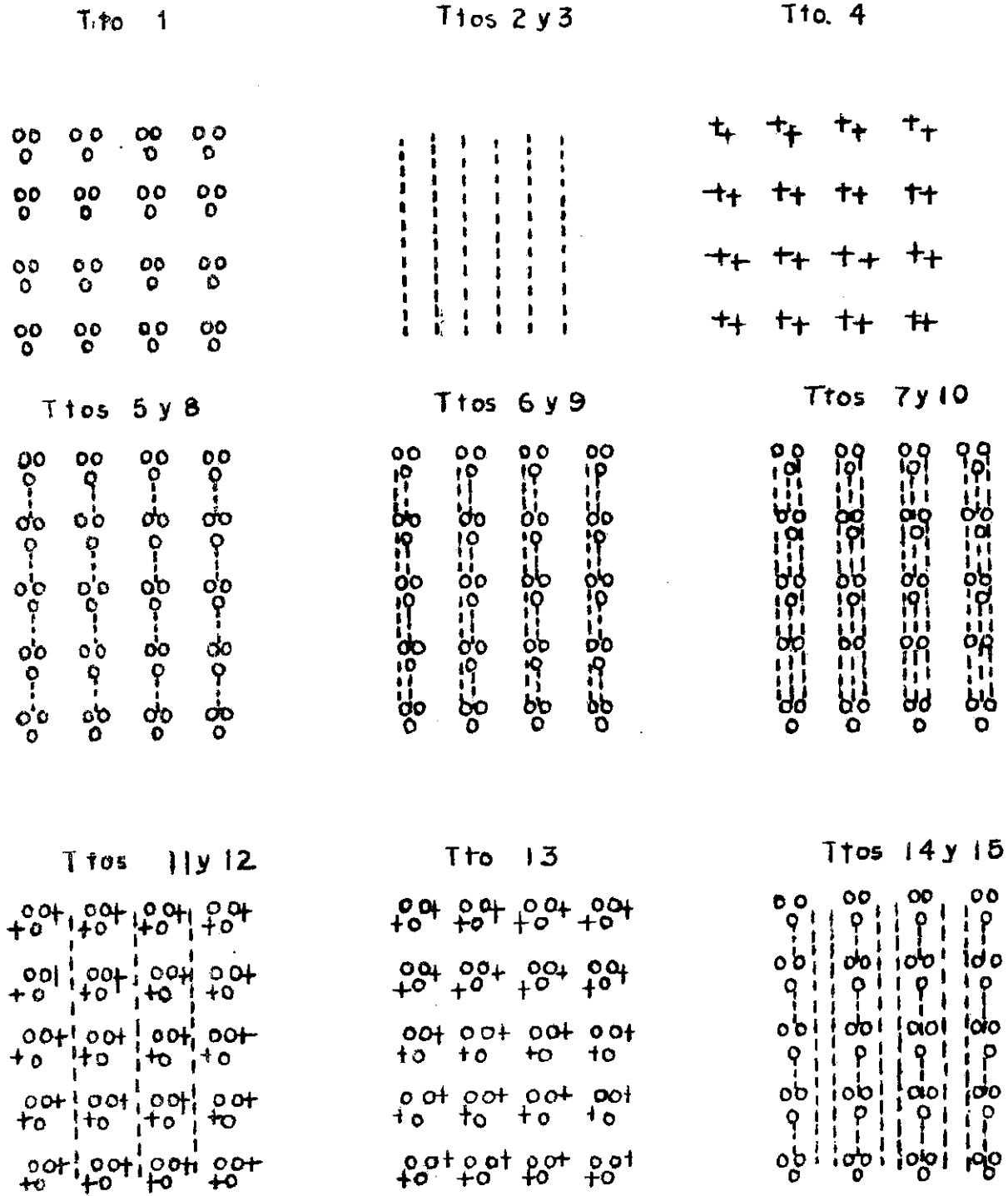
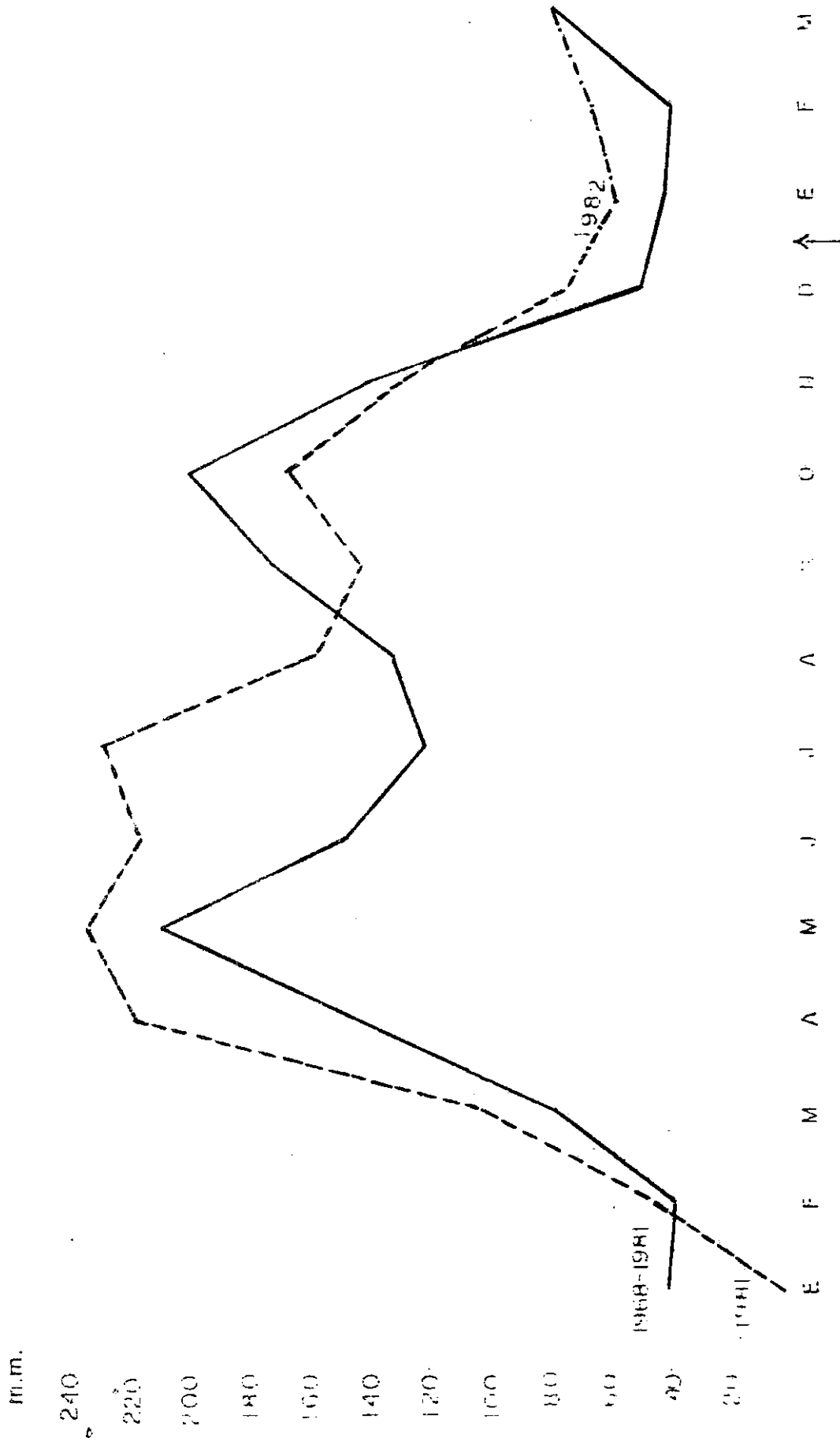


FIG. 2.

Esquema de los diferentes arreglos estudiados del sistema maíz-frijol.

oo Frijol 3 plantas/metro  
 t+ Maíz 3 plantas/metro  
 - - - Frijol arbustivo



**FIG 1.**

Precipitación mensual durante el período comprendido por los dos ciclos del ensayo comparado con la media poliquinual 1968 - 1981 en milímetros ( Centro Experimental, Tulio Ospina - ICA )

#### 6. FERTILIZACION:

Se aplicó a todos los tratamientos el compuesto químico 1:3:1, en dosis de 400 Kgs/Ha y 500 Kgs/Ha de gallinaza.

Al maíz rodillero (60 cms) se reabonó con Urea a razón de 100 Kgs/Ha; el frijol igualmente recibió Urea con los controles fitosanitarios.

#### 7. CONTROLES FITOSANITARIOS:

Se aplicaron insecticidas a la siembra (Aldrín) y posteriormente junto con el control fitosanitario al frijol (Basudín, Benlate, Lannate, Elosal).

#### 8. INFORMACION TOMADA:

Se cosechó toda la parcela experimental y se tomaron los siguientes datos:

Epoca de siembra, germinación, floración de cada especie.

Poblaciones post-germinación.

Al maíz: Plantas por parcela, mazorcas, peso, humedad.

Al frijol: Plantas por parcela, peso del grano, humedad.

Al frijol voluble: Número de vainas por planta, granos, peso de 100 granos.

Al suelo: análisis de caracterización de 0-20 cms. de profundidad.

Al clima: Precipitación.

#### V. RESULTADOS Y DISCUSION:

En la Tabla 2 se presentan los rendimientos de maíz por arreglo para cada ciclo y en promedio. El análisis de varianza para el ciclo 1981-A indica que sí hubo diferencia significativa al nivel del 5%; los rendimientos más altos correspondieron a los tratamientos 6 y 10, (maíz intercalado con frijol arbustivo), en tanto a los tratamientos 12 y 13 (maíz asociado con frijol voluble) tuvieron la producción más baja.

Los rendimientos de maíz en el ciclo 1981-B fueron considerablemente más bajos --efecto de semestre-- debido posiblemente a la distribución de lluvias. Los tratamientos con frijol arbustivo intercalado superaron significativamente al unicultivo y al asocio con frijol voluble.

El análisis combinado ratifica la bondad del arreglo maíz - frijol arbustivo frente al unicultivo y al asocio con frijol voluble, siendo este último significativamente menor que el maíz solo.

La Figura 3 muestra claramente que ninguna de las tres poblaciones de frijol arbustivo intercalado al maíz disminuyó sus rendimientos considerablemente.

El análisis combinado de varianza ratifica esta tendencia al presentar los tratamientos de 5 a 10 en el primer nivel excepto el tratamiento 9 que ocupó el segundo lugar junto con el unicultivo de maíz.

En la tabla 3 donde se presentan los rendimientos de frijol arbustivo (catío o toné), el análisis combinado de varianza indica que es posible obtener en cultivo intercalado con maíz rendimientos iguales al unicultivo de frijol arbustivo. Igualmente se observa que en los intercalamientos con altas poblaciones de frijol casi siempre conducen a cosechas significativamente mayores.

En la figura 3 se puede apreciar el comportamiento semejante de las variedades Diacol Catío e ICA Toné respecto a rendimientos en función de poblaciones y a su influencia en los rendimientos del maíz.

La Tabla 4 relaciona los rendimientos de frijol voluble Liborino por ciclos y en promedio. El análisis estadístico permite establecer la superioridad significativa del unicultivo frente a los arreglos de asocio.

En la Tabla 5 se reúnen los rendimientos por especie componente de los arreglos estudiados en promedio de los ciclos; con base en estos datos se realizó el estudio económico.

Según se observa en la Tabla 6 los mayores ingresos brutos se obtuvieron en los cultivos múltiples más no en los unicultivos, (fig. 4). Sobresalen por su ingreso neto alto, los cultivos intercalados de maíz - frijol arbustivo.

La rentabilidad media al capital fue máxima en los tratamientos 10, 14 y 7; le siguen los tratamientos 6, 5 y 9. La menor rentabilidad -26% corresponde al monocultivo de frijol voluble.

Todos los arreglos de varias especies presentan un UET bueno; sobresalen por su alto índice UET los tratamientos 10, 14, 7 y 6.

TABLE 2. RENDIMIENTOS DE MAIZ EN TON./HA. POR CICLO Y EN PROMEDIO.

C.E. TULLIO OSPINA, BELLO (ANT.)

No. DE TRAT.	M A I Z A L 15%		T O N . / H A		$\bar{X}$	
	1981 A		1981 B			
1 (TESTIGO)	6.20	abc	4.34	ab	5.27	ab
2	6.05	abc	5.22	a	5.63	a
3	6.40	a	4.57	a	5.48	a
7	6.15	abc	4.58	a	5.36	a
8	6.20	abc	4.78	a	5.49	a
9	6.35	ab	4.27	ab	5.31	ab
10	6.45	a	4.92	a	5.68	a
11	5.67	bcd	2.64	c	4.15	cd
12	5.50	cd	2.94	b	4.22	bcd
13	5.12	d	2.64	c	3.88	d
14	6.07	abc	4.67	a	5.37	a
15	6.20	abc	4.14	ab	5.17	abc
$\bar{X}$	6.03		4.14		5.08	
CV (%)	7.34		22.2		14.15	

NOTA: Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5%.

TABLA 3. RENDIMIENTOS DE FRIJOL ARBUSTIVO (CATIO Y TONE) POR CICLO Y EN PROMEDIO POR ARREGLO EN KGS/HA. C.E. TULLIO OSPINA, BELLO.

No. DE TRAT.	FRIJOL ARBUSTIVO 14%				$\bar{X}$	
	1981 A		KGS/HA 1981-B			
2 (TESTIGO)	1308	a	1207	ab	1257	a
3 (TESTIGO)	1260	ab	1003	bcd	1131	a
5	813	abcd	876	cd	845	abc
6	940	abcd	1207	ab	1073	a
7	940	abcd	1397	a	1168	a
8	422	cde	775	d	598	bc
9	853	abcd	1016	bcd	935	ab
10	1031	abc	1168	abc	1100	a
11	345	de	470	e	408	c
12	152	e	406	e	279	c
14	904	abcd	1473	a	1189	a
15	650	bcde	1232	ab	941	ab
$\bar{X}$	801,5		1019,1		910,3	
CV (%)	47,0		188		32,57	

NOTA: Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5%.

FIG. 3. Rendimientos en el sistema intercalado maíz-frijol arbuscivo para diversos poblaciones de frijol.

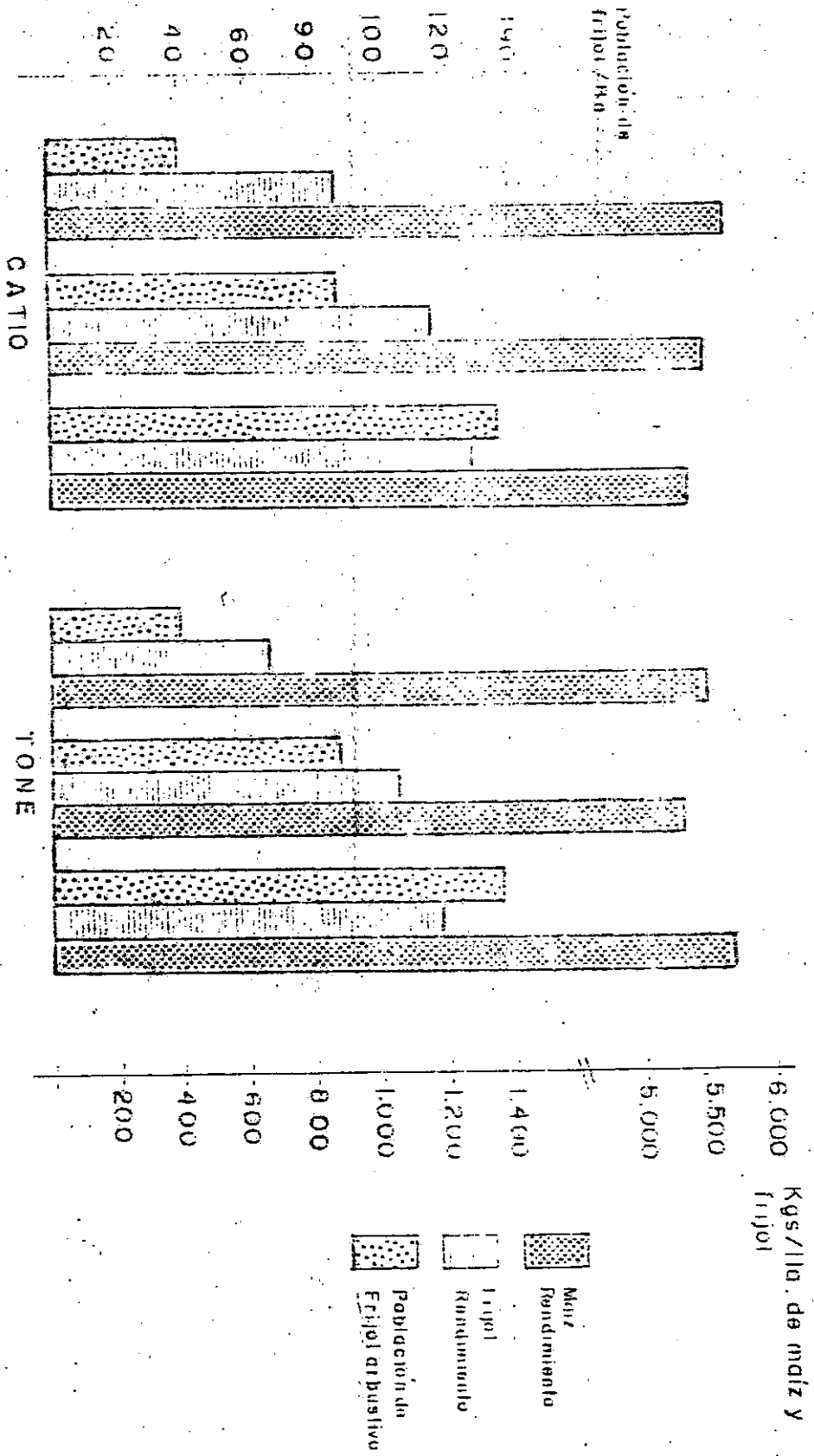


TABLA 4. RENDIMIENTO DE FRIJOL VOLUBLE EN KGS/HA POR CICLO Y EN PROMEDIO.  
C. E. TULLIO OSPINA, BELLO (ANT.)

No. DE TRAT.	FRIJOL VOLUBLE LIBORINO AL 14% EN KGS/HA				$\bar{X}$
	1981 A	1981-B			
4 (TESTIGO)	737	1.438	a	1.087	a
11	800	650	b	725	c
12	1.133	688	b	910	b
13	1.156	788	b	972	ab
$\bar{X}$	956.5	891		923.5	
C.V. (%)	28.1	25.11		22.5	

NOTA: Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente al nivel del 5%.

TABLA 5. RENDIMIENTOS PROMEDIO DE DOS CICLOS POR TRATAMIENTO PARA MAÍZ, FRIJOL VOLUBLE Y FRIJOL ARBUSTIVO EN KG./HA. C.E. TULIO OSPINA. BELLO 1981-A - 1981-B.

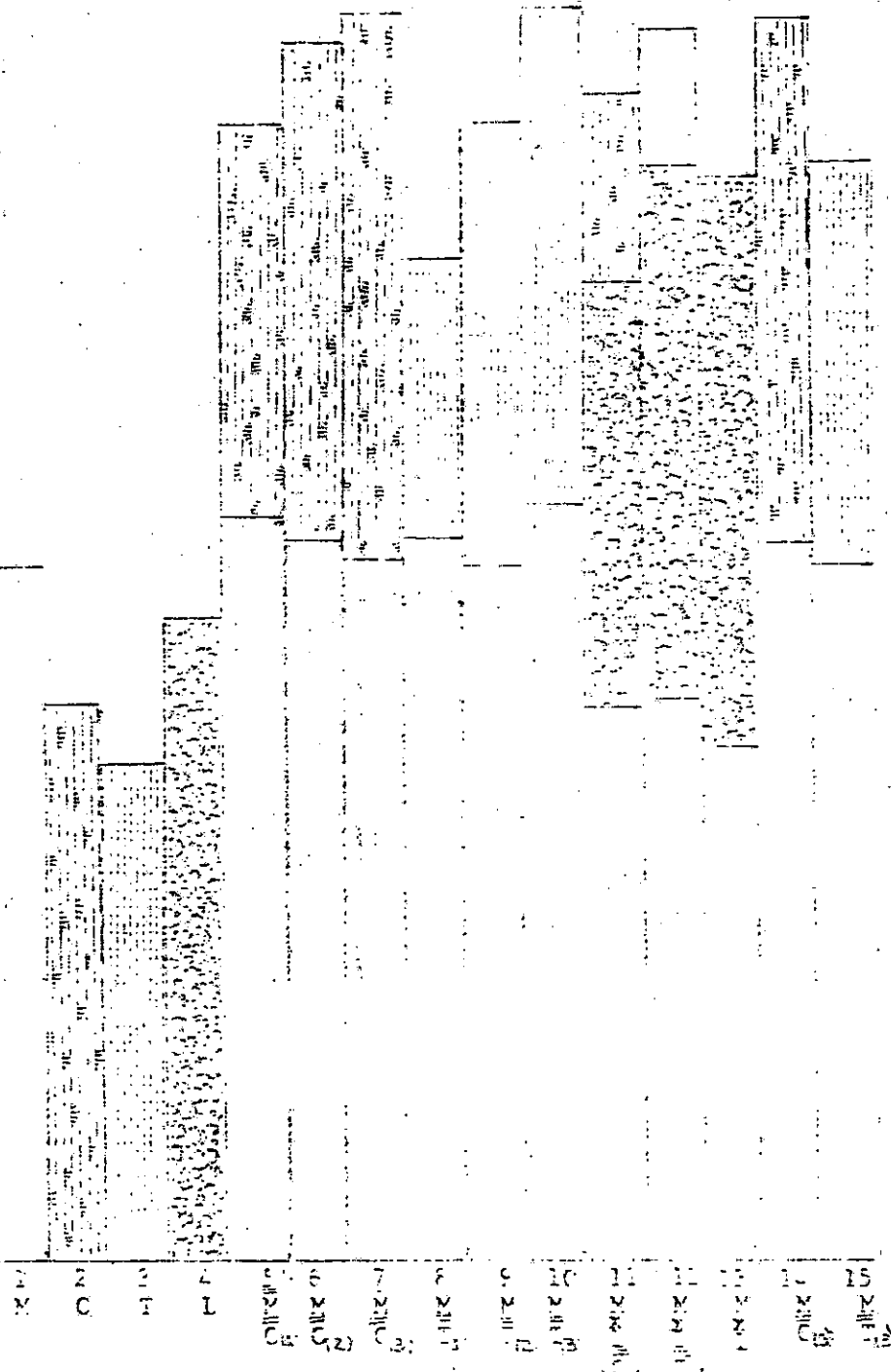
TRATAMIENTOS *	MAÍZ 15%	FRIJOL VOLUBLE 14% KG./HECTAREA	FRIJOL ARBUSTIVO 14%
1 Maíz (o)	5270		
2 Arbustivo Catio (o)			1257
3 Arbustivo Toné (o)			1132
4 Voluble Liborino (o)		1087	
5 Maíz // Catio (1)	5630		845
6 Maíz // Catio (2)	5480		1073
7 Maíz // Catio (3)	5360		1168
8 Maíz // Toné (1)	5490		598
9 Maíz // Toné (2)	5310		935
10 Maíz // Toné (3)	5680		1100
11 Maíz x Liborino // Catio	4150	725	408
12 Maíz x Liborino // Toné	4220	910	279
13 Maíz x Liborino	3880	972	
14 Maíz // Catio (3)	5370		1189
15 Maíz // Toné (3)	5170		941

\* Signos Convencionales: (o) - Uicultivo  
 // - Intercalado  
 X - Asocio

FIG. 4 FUNDACION Y COMPOSICION DEL GRESO EN TI EN DIFERENTES  
ARREDORES DEL SISTEMA NAZI - PRIMER PROGRAMA DE DOS CI-  
CLOS. C.E. TUBO ASPINA VEILO.

Presos  
en miles

170  
160  
150  
140  
130  
120  
110  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0



**Tabla 6. INGRESO NETO, RENTABILIDAD Y UTILIZACION EQUIVALENTE DE LA TIERRA PARA DIFERENTES ARREGLOS DEL SISTEMA MAIZ - FRIJOL DE CLIMA MEDIO (DOS CICLOS) ICA C.E. TULIO OS-PINA - BELLO (ANT.)**

NO. DE TRATAM.	INGRESOS POR ESPECIE *		TOTAL INGRESO BRUTO/AÑO EN MILES \$ COL.	COSTOS/HA/AÑO MILES \$ COL.	INGRESO NETO/HA/AÑO MILES \$ COL.	RENTABILID. MEDIA AL CAPITAL. %	*** U. F. T.
	FRIJOL ARBUST.	MAIZ VOLUBLE					
1		94.9	94.9	29.8	66.1	229	1
2	75.4		75.4	39.1	36.3	93	1
3	67.9		67.9	39.1	28.8	74	1
4		87.0	87.0	69.0	18.0	26	1
5	50.7	101.3	152.0	46.0	106.0	230	1.74
6	64.4	98.6	163.0	46.0	117	254	1.89
7	70.1	96.5	166.6	46.0	120	261	1.04
8	35.9	98.8	134.7	46.0	88	191	1.57
9	56.1	95.6	151.7	46.0	105.7	230	1.83
10	66	102.2	168.2	46.0	122.2	266	2.06
11	24.5	58.0	74.7	74.8	82.4	110	1.77
12	16.7	72.8	76.0	74.8	90.7	121	1.88
13		77.8	69.8	63.3	84.3	133	1.63
14	71.3	96.7	168.0	46.0	122.0	265	1.06
15	56.5	93.1	149.6	46.0	103.6	225	1.81

\* Según precios así: 1 Ha Maiz : \$ 18,00 a Diciembre 1981 ; 1 Kg Frijol voluble \$ 80,00 ; 1 Kg Frijol Arbusivo \$ 60,00

\*\* Actualizados a Diciembre 1981, según estudio de Díaz A. G. y Ríos B. M. J. 1979.

\*\*\* Utilización equivalente de la tierra.

## CONCLUSIONES

Con base en los datos presentados, en el análisis estadístico y en la interpretación de los mismos se puede concluir:

1. Que el maíz disminuyó significativamente sus rendimientos cuando se asoció con frijol voluble "Liborino". Cuando se intercalo con frijol arbustivo esto no ocurrió.
2. La disminución en rendimiento de maíz debido al asocio no se tradujo en disminución en los ingresos brutos o netos en comparación con el unicultivo.
3. Las variedades de frijol arbustivo estudiadas exhibieron buena adaptación y alta productividad en arreglos con maíz. Las mayores poblaciones rindieron más sin afectar los rendimientos del maíz, ni los ingresos netos.
4. Los mayores ingresos netos se obtuvieron con poblaciones altas de frijol intercaladas con Maíz.
5. El unicultivo de maíz presenta alta rentabilidad para el agricultor. Sin embargo, los arreglos múltiples con frijol arbustivo lo superaron en ingresos netos y rentabilidad.
6. Estos resultados indican que en las condiciones del agricultor minifundista colombiano, se está perdiendo eficiencia en productividad cuando se siembra maíz solo.

## BIBLIOGRAFIA

1. FRANCIS, C. A., FLOR, C. A. Y PRAGER, M. 1.977. Contrastes Agronómicos entre el monocultivo de Maíz y la Asociación Maíz-Frijol. Cali - CIAT.
2. FRANCIS, C. A. y PRAGER M., 1.977. Factores agronómicos de la Asociación frijol-maíz. Cali - CIAT.
3. DESIR, S. 1.979. Producción de maíz y frijol común asociados según hábito de crecimiento y población de plantas. Resumen analítico frijol Vol. IV CIAT.
4. FISHER, N. M. 1.979. Studies on mixed cropping III. Further results with maize-bean mixtures. Resumen analíticos frijol. CIAT.
5. PANTOJA, L., TURRENT, F. A, y LORA, R. 1.975. Primera aproximación a las prácticas de fertilización y densidades de población de la asociación Maíz-Frijol en el área de influencia del Plan Puebla (México). Revista ICA. 10 (3).
6. FRANCIS, C. A., FLOR C. A. y PRAGER, M. 1.978. Effects of beans association on yields and yield components of maize. Crop. Science.
7. FRANCIS, C. A., y FLOR C. A., PRAGER, M. 1.978. Density response of climbing beans in two cropping systems. Field crops research.
8. JALOIN C., E. 1.979. Efectos del tipo de planta y distribución de juncos sobre el crecimiento y rendimiento.