

ESTUDIO AGRONOMICO DE LA EXPLOTACION INTERCALADA DE SORGO (Sorghum  
bicolor L.) Y FRIJOL (Phaseolus sp)

JOSE DIAZ CUELLO

JUAN PINEDA PEREZ

Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al  
título de :

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis : ELIECER CANCHANO, I. A.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA  
SANTA MARTA, 1986

Tes.

JA 00285

D. 42e

015044

"Los jurados examinadores del trabajo de tesis, no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por el aspirante al título".

DEDICO

A mis Padres, quienes piensan que el sacrificio es el mayor estímulo para salir adelante.

A mis Hijos.

A mis Hermanos.

A mis Familiares.

A mis Amigos.

A mis Compañeros.

A los Profesores de la Facultad de Ingeniería Agronómica.

JOSE

DEDICO

A mis Padres por su ayuda incondicional  
y fé que tuvieron en mí para alcanzar  
esta meta que tanto desearon.

A mis Hermanos, por su constante apoyo  
moral que siempre me ofrecieron en  
momentos difíciles.

JUAN

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan los más sinceros agradecimientos a las siguientes personas :

Al Dr. RAFAEL BONILLA, E.A.

Al Dr. JORGE ELIECER CANCHANO NIEBLES, I.A.

Al Dr. JOSE M. ESPAÑA CARO, I.A. M.Sc.

Al Dr. EDILBERTO PEÑA , I.A.

A los trabajadores de la Granja de Fomento y de la Universidad Tecnológica del Magdalena.

A todas aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

## CONTENIDO

	página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y METODOS	9
3.1 Descripción del Area	9
3.2 Localización del Sitio de Ensayo	9
3.3 Características Generales	9
3.4 Desarrollo del Experimento	10
4. RESULTADOS	17
5. DISCUSION	41
6. CONCLUSION	43
7. RESUMEN	45
SUMMARY	47
BIBLIOGRAFIA	49

## INDICE DE TABLAS

	página
TABLA 1. CALCULOS DE FERTILIZANTES POR PARCELAS Y SURCOS	14
TABLA 2. PRODUCCION DE SORGO EN KG/PARCELA/TRATAMIENTO	18
TABLA 3. PRODUCCION DE FRIJOL EN KG/PARCELA/TRATAMIENTO	19
TABLA 4. PRODUCCION MEDIA POR TRATAMIENTO DADA EN KG/HA EN LA SIEMBRA INTERCALADA DE SORGO ( <u>Sorghum bicolor</u> L.) Y FRIJOL ( <u>Phaseolus</u> sp) Y COMO CULTIVOS UNICOS	20
TABLA 5. ALTURA DE PLANTA PROMEDIA DE SORGO EN CM (INTERCALACION SORGO-FRIJOL)	23
TABLA 6. NUMERO DE GRANOS PROMEDIO POR VAINAS DE FRIJOL (INTERCALACION SORGO-FRIJOL)	24
TABLA 7. PESO PROMEDIO DE PANOJAS EN GRAMOS POR TRATAMIENTOS EN SORGO (INTERCALACION SORGO-FRIJOL)	25
TABLA 8. COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA EN LA ASOCIACION (SORGO-FRIJOL)	29
TABLA 9. RELACION DEL INDICE DE EQUIVALENCIA DE TIERRA PARA LOS CULTIVOS DE SORGO Y FRIJOL SEGUN LOS TRATAMIENTOS	32
TABLA 10. RELACION DEL INDICE DE EQUIVALENCIA DE LA TIERRA PARA BENEFICIOS DE LA ASOCIACION Y MONOCULTIVOS CON BASE A PRODUCCION BRUTA	33

## INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. PRODUCCION DE SORGO Y FRIJOL EN KG/HA	27
FIGURA 2. PRODUCCION DE SORGO EN TON/HA	28
FIGURA 3. PRODUCCION DE FRIJOL EN TON/HA	35
FIGURA 4. ASPECTO GENERAL DEL CULTIVO	36
FIGURA 5. PARCELA EN MONOCULTIVO DE SORGO	37
FIGURA 6. PARCELA EN MONOCULTIVO DE FRIJOL	38
FIGURA 7. ASPECTO DE LA INTERCALACION (SORGO-FRIJOL)	39
FIGURA 8. GAMA DE COLORES QUE PRESENTA LA SEMILLA DE FRIJOL	40

## 1. INTRODUCCION

La producción de alimentos puede crecer aumentando el área de siembra, la producción por unidad de área, el número de cultivos por año en una misma área o cultivos múltiples (intercalados); tanto la asociación, como la intercalación de cultivos permita aprovechar más eficientemente la tierra diversificar la producción y constituir una unidad biológica compleja característica del agro-sistema tropical.

A pesar de ser un sistema antiquísimo, no se ha realizado una investigación sistemática que dé pautas al agricultor minifundista para el desarrollo de esta práctica.

Algunos aspectos que se deben tener en cuenta o aclarar son la época relativa de siembra, la intercalación de siembra óptima de los componentes, la influencia del genotipo en el sistema de siembra (asociado, intercalado) la competencia por luz y nutrientes, además que los sistemas de cultivos múltiples trae consigo algunas ventajas como : economía de espacio (tierra), economía de tiempo en labores culturales, diversidad de productos para una misma área, índice de producción mayor que en los monocultivos; ofreciendo también una estabilidad biológica muy benéfica para la conservación del ecosistema, un mejor manejo de los suelos y mejores entradas económicas al agricultor.

Otra ventaja de los cultivos múltiples es la simbiosis que se puede establecer entre las especies cultivadas, caso concreto de las leguminosas que son fijadoras de Nitrógeno, elemento éste que puede ser aprovechado por la otra especie de asociación o intercalación.

Para el productor de subsistencia (minifundista), la mayor estabilidad que presentan las siembras intercaladas en la producción de cultivos alimenticios tiene un significado importante, ya que tiende a asegurar su sustento y disminuir sustancialmente el riesgo de pérdida total en su cosecha.

Los estudios experimentales sobre este tipo de explotación son escasos, por ello se sugiere que se investigue el ciclo completo, no sólo desde el punto de vista agronómico, sino económico y social, desarrollando método que permitan evaluar integralmente las relaciones sorgo-frijol de otras intercalaciones.

Hasta ahora no se tiene información acerca de trabajo realizado sobre sorgo-frijol como cultivos intercalados por lo tanto no existe literatura al respecto.

Debido a esto para la revisión de literatura del presente trabajo fue necesario, establecer conceptos de autores sobre cultivos establecidos en asociación e intercalación y donde el frijol interviene como fundamento de asociación o de intercalación, base para es-

tablecer comparaciones entre este experimento con trabajos similares.

Los objetivos del presente trabajo son :

- a) Conocer el comportamiento del frijol y sorgo cuando se cultivan como cultivos intercalados.
  
- b) Comparar por medio del índice de equivalencia de tierra las producciones y viabilidad de sembrar en monocultivo o cultivo intercalados.

## 2. REVISION DE LITERATURA

En México según Moreno (9), el 45% de la producción nacional de frijol proviene de cultivos asociados. En Colombia según Tobón (14), en toda la zona Andina (que es el 25% del territorio Nacional y que representa el 50% del área en explotación agrícola), éste es el principal sistema usado.

Se ha observado que los rendimientos en grano del cultivo asociado maíz-frijol, son menores que cuando se siembran solos; no obstante, cuando se han comparado las ganancias netas en todos los casos han presentados evidencias claras que en la asociación son superiores, según Moreno (9), Pantoja (11), Ruiz (12), Lepiz (8) y Tirado (15).

Acevedo (1), concluyó que en las siembras simultáneas de la asociación maíz-frijol, el maíz se afectó negativamente tanto en su crecimiento como en su producción, comparándolas con plantas sin asociar.

Gallegos (5), encontró que la producción de biomasa total la obtuvo la yuca cuando creció en monocultivo y asociado con frijol. La producción de raíces tiende a ser mayor en el sistema yuca-frijol que en las asociaciones yuca-maíz y yuca-camote.

RIA (13), en un estudio patrocinado por la FAO/ICA en América La-

tina sostiene que con el uso de los sistemas de cultivos múltiples y asociados, se obtiene mejores rendimientos de productos y biomasa, haciendo un mejor uso de la tierra, de los fertilizantes y de la energía solar, así como de la mano de obra. Cumpliendo estas alternativas, el ataque de plagas y enfermedades es menos severo y la invasión de malas hierbas es menor.

Espino (3), en un estudio sobre asociación (maíz-frijol) sostiene, que el maíz asociado, produce más con alta población de frijol arbustivo que con la de enredadera o de guía.

El mismo autor (3) sostiene, que el frijol trepador tiende a rendir más que cuando se cultiva con el maíz de alto crecimiento mientras que el frijol arbustivo tiende a producir más con el maíz de bajo crecimiento.

El mismo autor (3), demostró que los mayores rendimientos en grano se obtuvieron con un nivel de fertilización equivalentes a 50 kg de N, 100 kg de P y 25 kg de K, tanto como en el asociado. No obstante, el rendimiento de maíz aumenta conforme se incrementa el nivel de fertilizante a 100 kg de N, 100 kg de P, y 50 kg de K. En consecuencia demostró que el potasio es el elemento de mayor consumo por el cultivo de maíz, el nitrógeno lo fue para el cultivo de frijol, lo que justifica el tipo de producto energético.

Tirado (15), observó que el tratamiento del sistema maíz-frijol,

con laboreo normal, alta tecnología (alta fertilización) dió una mejor y mayor retorno neto que los otros.

Tobón (14), observó que los frijoles trepadores en asociación producen mayores rendimientos que cuando se cultivan por separado, quizás su explicación sea que, al sembrarlos en monocultivos se separan del habitat natural en que se han desarrollado.

Además el mismo autor (14), manifestó que en los suelos de varias cosechas de papa asociado con maíz-frijol, se obtienen buenos rendimientos en suelos profundos y negros, con pendientes somera o plana, sin impedimento de drenaje y buena retención de humedad; es decir que este tipo de producción es importante porque no requiere encalamiento, por el contrario, aprovecha al máximo los residuos del cultivo anterior de papa.

Pantoja (11), en un trabajo sobre fertilización, densidad de población maíz-frijol, observó que la aplicación de nitrógeno fraccionada  $1/3$  en la siembra y  $2/3$  a los 30 días después de la siembra es superior a aquellas en que se aplica  $2/3$  a los 60 días después de la siembra.

Muñoz (10), en una investigación sobre suelos y fertilizantes de cultivos asociados, demostró que las extracciones de nutrientes en un cultivo asociado (maíz-frijol y caña-panelera-plátano) es como sigue : el maíz extrae 148-41-109 kg/ha de N,  $P_2 O_5$  y  $K_2 O$

respectivamente; mientras el frijol extra 128-48-140 kg/ha de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente estos datos muestran que el potasio es el nutriente que extraen las plantas en mayor cantidad seguido del nitrógeno y el fósforo.

Flor (4), en una serie de estudios sobre la asociación maíz-frijol en Colombia en cuanto a fecha, densidad y sistema de siembra concluyen que es necesario lograr un mejor entendimiento de este sistema sobre la base de una metodología eficiente que al tiempo pueda emplearse en el estudio de otras combinaciones de cultivos.

El mismo autor (4), hace énfasis en que el principio fundamental es minimizar la competencia la complementación y las transferencias entre ellas.

Por su lado, Willey y Osiru (16), describieron en dos experimentos, examinaron los posibles beneficios en rendimiento al sembrar maíz y frijol bajo condiciones de cultivos intensivos y emplearon una serie de sustituciones tales como : maíz solo, 2/3 de maíz y 1/3 de frijol, 1/3 de maíz 2/3 de frijol y frijol solo, empleando cuatro densidades de siembra. Los rendimientos de las asociaciones resultaron en un 38% superiores a los obtenidos con los cultivos solos. Se concluyó que las asociaciones lograban una mejor utilización de los recursos ambientales.

Se puede anotar que no existe literatura sobre la intercalación

sorgo-frijol, ni leteratura sobre el frijol guajiro. Lo anterior es indicativo a él, porque los resultados difícilmente se pueden comparar con otros, aunque si se hace una comparación para observar comportamiento de los dos cultivos.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción del Area

El ensayo se realizó en la granja experimental de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena, localizada en el Municipio de Santa Marta, a una altura de 14 m.s.n.m., temperatura promedio de 28°C, precipitación promedio de 640 mm al año y humedad relativa del 75% (Instituto Geográfico Agustín Codazzi).

#### 3.2 Localización del Sitio de Ensayo

La granja experimental de Fomento está comprendida entre los paralelos 74° 07' y 74° 12' de longitud Oeste y 11° 11' y 11° 15' de latitud Norte (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)(7).

#### 3.3 Características Generales

La zona se encuentra influenciada por los vientos alisios del Norte que soplan durante los meses de Diciembre a Abril con gran intensidad, pero disminuyen en la época lluviosa. La topografía es plana, drenaje moderado, textura arcillo-arenosa, color gris parduzco claro, contenido de materia orgánica de 2,7%, fertilidad moderada y un pH de 7,30 (análisis químico del laboratorio de la Universidad Tecnológica del Magdalena).

### 3.4 Desarrollo del Experimento

Al lote se le dió una arada y dos rastrilladas. Durante el ensayo se utilizó un diseño de bloque completamente al azar con seis tratamientos y tres replicaciones. Las parcelas tuvieron 4 m de longitud; 3,6 m, 3,6 m, 3,0 m, 3,2 m, 3,2 m y 3,0 m de ancho para los tratamientos uno, dos, tres, cuatro, cinco y seis respectivamente y una separación entre parcelas de un metro.

El área total útil fue de 232,2 m<sup>2</sup>.

Antes de la siembra se presentó una infestación de maleza especialmente de coquito (Cyperys rotundus L.) en algunas de las parcelas; se aplicó un herbicida químico (gramoxone) en dosis de 120 cm<sup>3</sup> del producto químico en mezcla de 40 litros de agua.

Con ayuda de una zanjadora tirada por el tractor y con palas y picas se elaboraron canales para riegos por gravedad; la siembra se hizo en forma simultánea (el mismo día) después de humedecido el lote, el 22 de octubre de 1985.

Para el sorgo se hicieron surcos y se sembró la semilla a chorrillos tapándolas inmediatamente, para el frijol el método de siembra fue el de "chuzos" depositado en cada sitio dos semillas a una profundidad de 2 cm aproximadamente la germinación del sorgo fue casi simultánea con la del frijol a los 4 días con un porcen-

Experimento  
MEX  
TAI

taje de germinación del 90% para ambas especies hubo necesidad de resiembra debido a que en el lote se presentaron lluvias sucesivas durante el período de germinación y desenterrando semillas.

La distancia entre plantas para sorgo fue de 15 cm dejada después del raleo, el cual se hizo a los 15 días después de la germinación y la distancia entre plantas de frijol fue de 40 cm.

Se realizó aporque a los 20 días de germinación; ésto para darle a las plantas un buen anclaje, fuerza en el sistema radicular, facilitar el poder de absorción nutricional y evitar el volcamiento ocasionado por fuertes brisas. No se empleó tutor para sujetar la variedad de frijol.

Aparte del control químico en pre-siembra ya anotado se efectuaron desyerbas manuales (2) para mantener el lote limpio hasta los 35 días de germinados los cultivos, época para la cual la competencia de las malezas para con los cultivos no era de importancia.

La intercalación se hizo de la siguiente forma :

Tratamiento	Cultivos
1	Sorgo-frijol : Sorgo sembrado a 1,2 m entre líneas y entre dos líneas de sorgo dos (2) líneas de frijol a 40 cm de distancia.

Tratamiento	Cultivos
2	Sorgo-frijol : Sorgo sembrado a 1,2 m entre líneas y entre las (2) líneas de sorgo una (1) línea de frijol a 60 cm del sorgo.
3	Sorgo-frijol : Sorgo sembrado a 1 m entre líneas y entre las dos (2) líneas de sorgo una línea de frijol a 50 cm de sorgo.
4	Sorgo-frijol : Sorgo sembrado a 0,80 m entre líneas y entre las (2) líneas de sorgo una línea de frijol a 40 cm entre líneas.
5	Sorgo : Sembrado a 80 cm entre líneas.
6	Frijol : Sembrado a 60 cm entre líneas.

Se aplicó el fertilizante completo (10-30-10) para el frijol dos días después de la siembra a una profundidad de 5 cm aproximadamente y el nitrógeno (sulfato de amonio) para sorgo cuando la planta tenía 40 cm de altura aproximadamente.

La aplicación se hizo en bandas para ambos cultivos la dosis fue

de 250 kg/ha del fertilizante compuesto (10-30-10) para el frijol, la fertilización para sorgo fue de 200 kg/ha de sulfato de Amonio del 21% de N.

La aplicación de los fertilizantes químicos se calcularon para tratamiento y surcos para los cultivos respectivos (Ver Tabla 1).

El riego se hizo de acuerdo a las exigencias de los cultivos. En los 10 primeros días de germinado se presentaron lluvias sucesivas e intensas por lo cual no hubo necesidad de riego.

El frijol comenzó la floración a los 35 días después de la germinación. En el sorgo se presentaron panojos a los 45 días de germinado de un 40%.

No hubo problemas en cuanto a plagas y enfermedades y por lo tanto no hubo necesidad de aplicar productos químicos. Desde los 30 días de germinado se presentó un ataque de (Diatrea sp) en el sorgo, el cual fue controlado arrancando las plantas afectadas y quemándolas fuera del lote, debido a ésto no hubo mayor incidencia en producción del cultivo.

En el frijol se presentaron pulgones (Aphis sp), sin mayor importancia para el cultivo.

El frijol se cosechó el 10 de Enero de 1986 y el sorgo el 25 del

TABLA 1. CALCULOS DE FERTILIZANTES POR PARCELAS Y SURCOS

Tratamiento	Sorgo		Cultivos	
				Frijol
1		280 g. S.A		360 g. (10-30-10)
	Surco	70 g. S.A	Surco	60 g.
2		280 g. S.A		360 g. (10-30-10)
	Surco	70 g.	Surco	120 g.
3		240 g. S.A		300 g. (10-30-10)
	Surco	60 g.	Surco	100 g.
4		256 g. S.A		300 g. (10-30-10)
	Surco	51 g.	Surco	75 g.
5		256 g. S.A		
	Surco	51 g.		
6				300 g. (10-30-10)
				50 g.

14

S.A = Sulfato de Amonio del 21% de N.

mismo mes y año.

En el transcurso de la investigación se tuvo en cuenta los siguientes parámetros.

Altura de la planta (sorgo y frijol). Se efectuó con una regla adecuada en cm tomando 10 plantas por parcela al azar, procediendo en igual forma para ambos cultivos.

Número de granos por vainas de frijol. Para ello se tomaron 10 plantas de cada surco por tratamiento al azar.

Peso de panoja. Para determinar el peso promedio por panoja se tomaron 10 panojas por surco tratamiento al azar. Luego se procedió al desgrane y pesaje.

Producción por parcelas (sorgo y frijol). Para realizar este cálculo en sorgo se tomó la producción obtenida de los surcos centrales de cada tratamiento y se expresó en Ton/ha. Para el frijol se procedió en igual forma pero sin excluir ningún surco.

Costo de producción (sorgo y frijol). Estos costos se obtuvieron de acuerdo a datos actualizados y sumando los costos fijos más costos generales para ambos cultivos en la intercalación.

Costos de venta. De acuerdo a precios fijados por entidades rela-

lacionadas con mercadeos de estos productos.

#### 4. RESULTADOS

En la Tabla 2, se presenta la producción de sorgo en kg/parcela/tratamiento y se observa que el mayor promedio se obtiene para el tratamiento 5 con 5,460 kg (sorgo monocultivo), le sigue en producción el tratamiento 4 con 5,420 kg (sorgo intercalado), sembrado a igual distancia que para monocultivo; las producciones son similares (0,80 m ).

La más baja producción promedio se presenta en el tratamiento 2 con 3,580 kg (sorgo intercalado) y donde la distancia de siembra difiere del dado para cuando se sembró como monocultivo (1,20 m).

En la Tabla 3, se tiene la producción de frijol en kg/parcela/tratamiento y se observa que el mayor promedio lo presenta el tratamiento 6, con 1,671 kg (frijol monocultivo). Le sigue en producción promedio el tratamiento 2, con 0,985 kg (intercalado), donde se le dió igual distancia que para monocultivo (0,60 m).

La más baja producción promedio corresponde al tratamiento 4, con 0,697 kg (intercalado), donde la distancia de siembra es diferente a la dada para este cultivo sembrado solo (0,40 m).

En la Tabla 4 se presentan los resultados en kg/ha, en cuanto a la producción promedio por cultivo (individual) y la producción total.

TABLA 2. PRODUCCION DE SORGO EN KG/PARCELA/TRATAMIENTO

Tratamientos	Replicaciones			Total Trat.	$\bar{X}$ Tratam.
	I	II	III		
T1	3,390	4,076	3,276	10,742	3,580
T2	3,494	4,023	4,345	11,862	3,957
T3	3,7752	4,207	4,076	12,0582	4,019
T4	5,005	5,980	5,275	16,260	5,420
T5	5,265	5,311	5,805	16,381	5,460
Total Replicaciones	20,9292	23,597	22,777	67,3032	22,434

TABLA 3. PRODUCCION DE FRIJOL EN KG/PARCELA/TRATAMIENTO

Tratamientos	Replicaciones			Total Trat.	$\bar{X}$ Tratam.
	I	II	III		
T1	0,892	0,916	0,905	2,713	0,904
T2	1,082	0,954	0,921	2,957	0,985
T3	1,00	0,852	0,748	2,600	0,866
T4	0,690	0,632	0,770	2,092	0,697
T6	1,64	1,638	1,736	5,014	1,671
Total Replicaciones	5,304	4,992	5,08	15,376	5,125



TABLA 4. PRODUCCION MEDIA POR TRATAMIENTO DADA EN KG/HA EN LA SIEMBRA INTERCALADA DE SORGO (Sorghum bicolor L.) Y FRIJOL (Phaseolus sp) Y COMO CULTIVOS UNICOS

	Sorgo kg/ha	Frijol kg/ha	Total kg/ha
T1	2.486,574	628,009	3.114,583
T2	2.745,833	684,490	3.430,390
T3	3.349,500	722,222	4.071,722
T4	4.234,375	544,790	4.779,160
T5	4.285,885		4.265,885
T6		1.392,777	1.392,777

De acuerdo a esto se tiene que :

La mayor producción por cultivo (individual) se presenta en el tratamiento 5 con 4.265,885 kg/ha (sorgo como monocultivo) y el más bajo rendimiento se obtuvo en el tratamiento 4, con 544,790 kg/ha (frijol intercalado). (Ver Tabla 2).

El frijol considerado individualmente obtuvo su mayor rendimiento en el tratamiento 6, con 1.392,777 kg/ha (monocultivo) y su rendimiento más bajo se encuentra en el tratamiento 4 con 544,790 kg/ha (Intercalación). (Ver Tabla 4).

El sorgo obtuvo su mayor rendimiento en el tratamiento 5 con 4.265,885 kg/ha (monocultivo) y su más baja producción en el tratamiento 1 con 2.496,579 kg/ha (intercalación). (Ver Tabla 4).

Al observar la producción total se tiene que la mayor producción se obtuvo en el tratamiento 4, con 4.779,160 kg/ha. (Ver Tabla 4).

La menor producción total corresponde al tratamiento 6, con 1.392,777 kg/ha (frijol como monocultivo). (Ver Tabla 4).

La segunda producción total de más alto rendimiento se obtuvo en el tratamiento 5, con 4.965,885 kg/ha (sorgo como monocultivo). (Ver Tabla 4).

La mayor altura en el sorgo, se obtuvo con el tratamiento 4, con 115,39 cm y la menor en el tratamiento 2, con 104,19 cm (Ver Tabla 5).

El mayor número de granos por vaina de frijol, se obtuvo en el tratamiento 3, con 14,71 gramos y el menor en el tratamiento 4, con 14,20 gramos por vaina. (Ver Tabla 6).

El mayor peso promedio de panojas de sorgo, con respecto a los tratamientos, se obtuvo en el tratamiento 5 (monocultivo) con 42,002 gramos y el menor peso promedio por panoja, se encontró en el tratamiento 1 (34,42 gramos). (Ver Tabla 7).

Al realizar los análisis de varianza, se encontró para producción de sorgo por tratamiento, significancia estadística, aunque la producción con monocultivo de sorgo es mayor, pero no reporta un aumento muy sensible.

Al realizar el análisis de varianza, para altura de plantas de sorgo, se encontró que no existe significancia ni al 1 ni al 5%, aunque en el tratamiento 4 se puede observar una ligera diferencia de altura.

El análisis de varianza para peso promedio de panoja, indica significancia estadística, únicamente a la altura del 5%.

TABLA 5. ALTURA DE PLANTA PROMEDIA DE SORGO EN cm (INTERCALACION SORGO-FRIJOL)

Tratamientos	Replicaciones			Total Trat.	$\bar{X}$ Tratamientos
	I	II	III		
T1	96,4	111,4	108,33	316,13	105,37
T2	103,57	109,5	99,3	312,57	104,19
T3	104,6	120,12	107,88	332,6	110,08
T4	105,42	121,87	118,9	346,19	115,39
T5	97,43	117,0	123,28	337,71	112,39
Total Replicac.	507,42	579,89	557,69	1.645,0	548,33

TABLA 6. NUMERO DE GRANOS PROMEDIO POR VAINAS DE FRIJOL (INTERCALACION SORGO-FRIJOL)

Tratamientos	Replicaciones			Total Tratam.	$\bar{X}$ Tratamientos
	I	II	III		
T1	14,116	14,460	14,126	42,704	14,23
T2	14,105	14,397	14,941	43,443	14,48
T3	15,223	14,515	14,413	44,152	14,71
T4	14,111	14,122	14,390	42,623	14,20
T6	14,653	14,620	14,668	43,943	14,68
Total Replicac.	72,361	72,400	73,016	217,778	72,30

TABLA 7. PESO PROMEDIO DE PANOJAS EN GRAMOS POR TRATAMIENTOS EN SORGO (INTERCALACION SORGO-FRIJOL)

Tratamientos	Replicaciones			Total Tratam.	$\bar{X}$ Tratamientos
	I	II	III		
T1	32,596	39,192	31,500	103,288	34,42
T2	33,596	38,682	41,759	114,037	38,01
T3	36,300	40,451	39,192	115,943	38,64
T4	38,500	46,000	40,576	125,076	41,69
T5	40,500	40,853	44,653	126,006	42,002
Total Replicac.	181,492	205,178	197,680	584,350	194,78

Estadísticamente no existe significancia cuando se analiza el número de granos por vainas de frijol según los tratamientos, aunque en el tratamiento 3 existe una ligera diferencia.

Al realizar el análisis estadístico de la producción de frijol por tratamiento, se observa que existe una alta significancia, siendo en este caso, el mejor tratamiento al monocultivo.

En la Figura 1, se puede observar gráficamente la producción de frijol y sorgo en Kg/ha, por tratamiento.

En la Figura 2, se puede observar gráficamente la variación que sufre la producción de sorgo en Ton/ha, por tratamiento.

En la Tabla 8, se presentan los costos de producción para ambos cultivos con un total de \$ 108.500 por hectárea en la intercalación. De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta que 1.000 kg de frijol tienen un costo de venta de \$ 130.000 y 1.000 kg de sorgo tienen un costo de venta de \$ 34.000 se puede deducir la rentabilidad para una hectárea.

De acuerdo al índice equivalente de tierra total (I.E.T.) (Ver Tabla 7) para sorgo y frijol se obtienen los siguientes resultados:

Al comparar las producciones para el I.E.T. con respecto al frijol se obtiene un valor de 2,23 para T1, un valor de 2,46 para

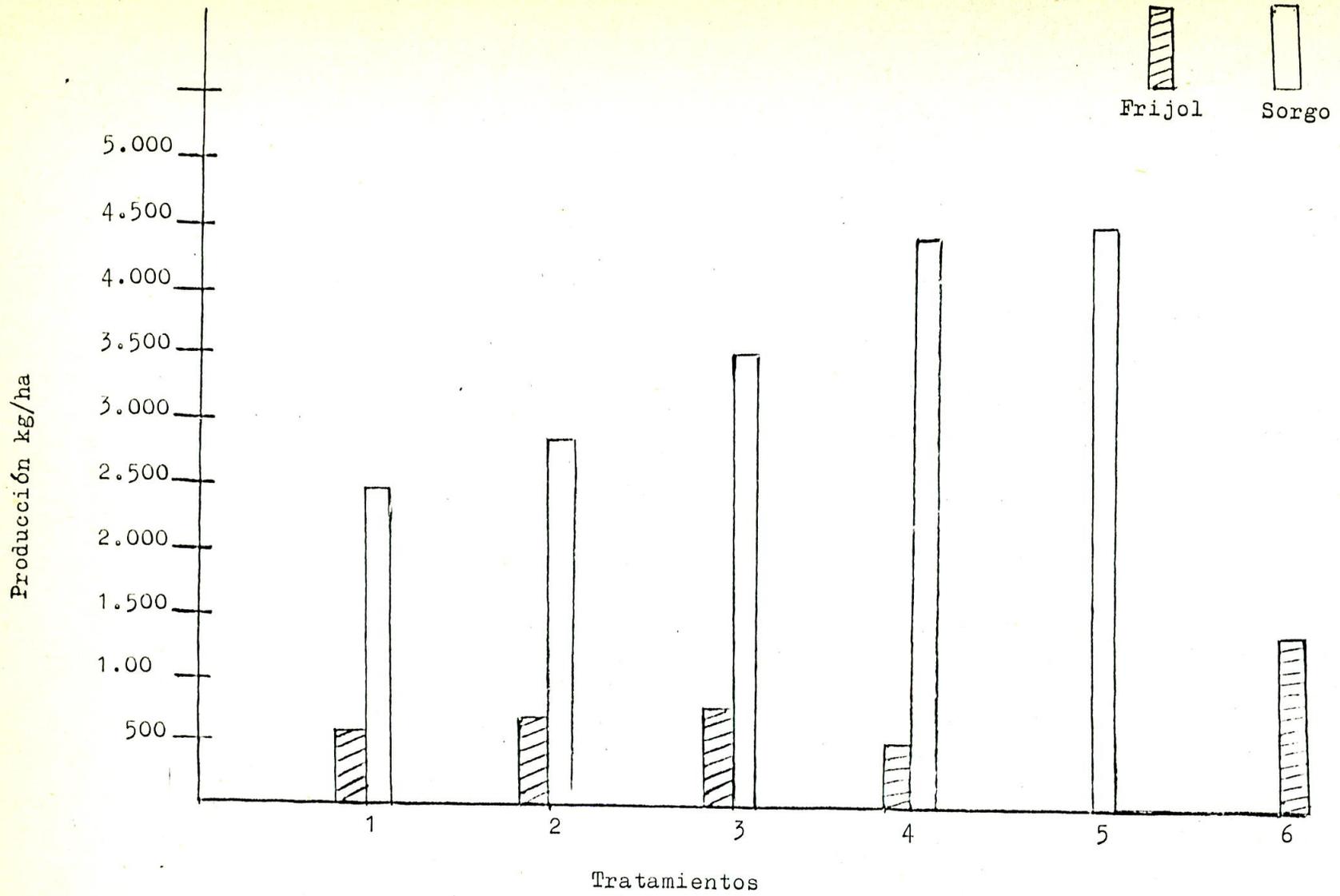


FIGURA 1. PRODUCCION DE SORGO Y FRIJOL EN KG/HA

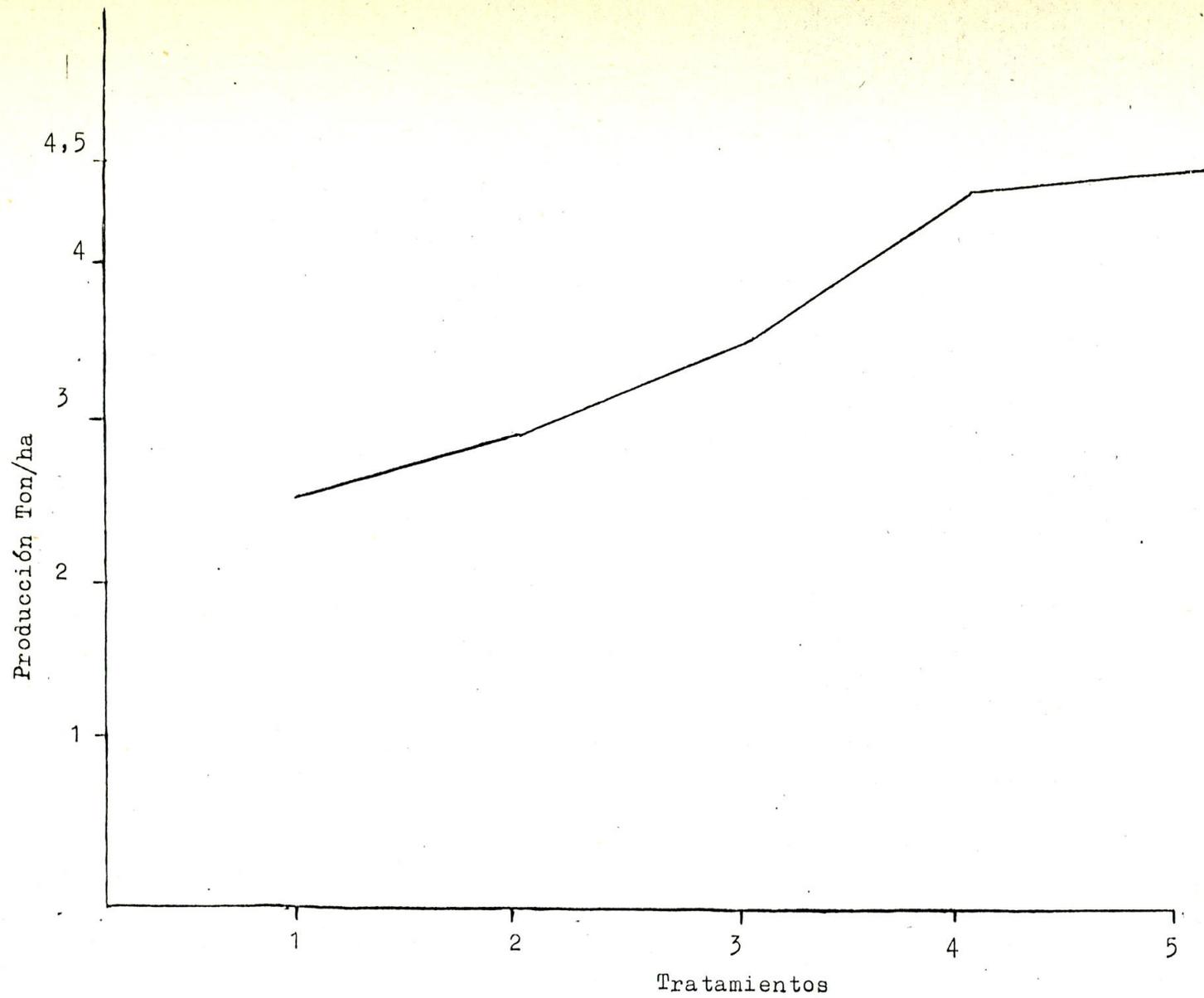


FIGURA 2. PRODUCCION DE SORGO EN TON/HA

TABLA 8. COSTOS DE PRODUCCION PROMEDIA POR HECTAREA EN LA INTER-CALACION (SORGO-FRIJOL)

Conceptos o (Labores)	No. de Labores (o unidades) (Cantidad)	Precio por unidad \$	Valor \$
1. Costos fijos			
1.1 Preparación de tierra			
arada	1	3.500	3.500
rastrillada	2	1.725	3.500
Sub-total			7.000
			14.000
1.2 Labores culturales (jornales)			
siembra y tapada (sorgo-frijol)	2	800	1.600
Desyerba manual	2	2.000	4.000
Aplicación de fertilizantes	2	3.000	6.000
Aporque	1	1.200	1.200
Aplicación de herbicidas	1	1.800	1.800
Riego	10	800	8.000
Recolección frijol	1	1.600	1.600
Recolección sorgo	1	1.600	1.600
Destrucción soca	1	5.000	5.000
Sub-total			29.200
1.3 Insumos o abono			
Sulfato de amonio (kg)	200	80	16.000
10-30-10 (kg)	250	70	17.500

Conceptos o (labores)	No. de labores (o unidades) (cantidad)	Precio por uni- dad \$	Valor \$
Herbicida (litros)	2	1.900	3.800
Semilla (F) (kg)	16	130	2.180
Semilla (S) (kg)	25	34	850
Sub-total			30.300

#### 1.4 Costos generales

Arrendamiento (ha)	1	12.000	12.000
Empaques			6.000
Transporte			6.000
Asistencia técnica			2.500
Financiación de Bancos; insumos inst.			8.500
Sub-total			35.000
Costo totales			108.500

Fuente : Docentes Ara de Maquinaria agrícola U.T.M.

Boletín de precio de sustentación del IDEMA 1986

Caja Agraria (Precio de fertilizantes)

FENALCE - Estadísticas de costos y precios. Semestre A  
de 1986.

T2; un valor de 2,92 para T3 y un valor de 3,43 para T4.

En la misma Tabla 9 se puede observar que los valores I.E.T. cuando se compara la producción intercalada con el sorgo como monocultivo son : T1 con 0,73; T2 con 0,80; T3 con 0,95 y el T4 con 1,12.

En la Tabla 10 se encuentra que el índice de equivalencia relacionada a los beneficios brutos para el frijol como monocultivo, con relación a los otros tratamientos es : tratamiento 1 con 1,03; tratamiento 2 con 1,13; tratamiento 3 con 1,28; tratamiento 4 con 1,28; para el sorgo como monocultivo con respecto a la intercalación se encontró para T1 con 1,29; para T2 con 1,41; para T3 y T4 con 1,60.

En la Figura 4, se puede observar parcialmente aspectos del cultivo en producción.

Al observarse la Figura 5, se puede apreciar el sorgo en producción como monocultivo.

En la Figura 6, se observa una parcela de frijol en producción como monocultivo.

En la Figura 7, se tiene una toma parcial de la intercalación sorgo-frijol en producción, destacándose dos hileras de frijol y una de sorgo.



En la Figura 8, se puede observar semillas de frijol destacándose la gema de colores presentadas en éstas.

TABLA 9. RELACION DEL INDICE DE EQUIVALENCIA DE TIERRA PARA LOS CULTIVOS DE SORGO Y FRIJOL SEGUN LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento	Area parcela m <sup>2</sup>	Producción en kg por parcela sorgo-frijol						Total sorgo por parcela	Total frijol por parcela	Promedio Total sorgo- frijol por parcela	Total sor- go frijol kg/ha	I.E.T	
		Replicaciones										F	S
		I		II		III							
		F	S	F	S	F	S						
T1	14,40	0,892	3,390	0,916	4,076	0,905	3,276	10,742	2,713	4,485	3.114,58	2,23	0,73
T2	14,40	1,082	3,494	0,954	4,023	0,921	4,345	11,862	1,957	4,939	3.429,86	2,46	0,80
T3	12,00	1,000	3,775	0,852	4,207	0,748	4,076	12,058	2,600	4,886	4.071,66	2,92	0,95
T4	12,80	0,690	5,005	0,632	5,980	0,770	5,275	16,260	2,092	6,117	4.779,90	3,43	1,12
T5 (S.M.)	12,80		5,265		5,311		5,805	16,331			4.265,88		
T6 (F.M.)	12,00	1,640		1,639		1,736			5,014		1.392,77		

S = Sorgo asociado

F = Frijol asociado

T5 (S.M.) = Sorgo monocultivo

T6 (F.M.) = Frijol monocultivo

I.E.T. = Indica equivalente de tierra

$$I.E.T. = \frac{\text{Producción en asociación}}{\text{Producción en monocultivo}}$$

TABLA 10. RELACION DEL INDICE DE EQUIVALENCIA DE LA TIERRA PARA BENEFICIOS DE LA ASOCIACION Y MONOCULTIVOS CON BASE A PRODUCCION BRUTA

Tratamiento	Producción en kg/ha		Entradas por venta en pesos		Total entradas en pesos	I.E.T.	
	Frijol (I)	Sorgo (I)	Frijol(I)	Sorgo(I)		Fijol	Sorgo
T1	627,77	3.114,58	81.610,10	105.895,72	187.505,82	1,03	1,29
T2	684,02	3.429,86	88,922,60	116.615,24	205.537,84	1,13	1,41
T3	721,66	4.071,66	93.815,80	138.436,44	232.252,24	1,28	1,60
T4	544,53	4.778,90	70.788,90	162.482,60	233.271,50	1,28	1,60
T5 (S.M.)		4.265,88		145.039,92	145.039,92		
T6 (F.M.)	1.392,5		181.025,00		181.025,00		

Frijol (I) = Frijol cultivo asociado

Sorgo (I) = Sorgo cultivo asociado

T5 (S.M.) = Sorgo monocultivo

T6 (F.M.) = Frijol monocultivo

Costo de tonelada de frijol (IDEMA) = \$ 130.000

Costo de tonelada de sorgo (IDEMA) = \$ 34.000

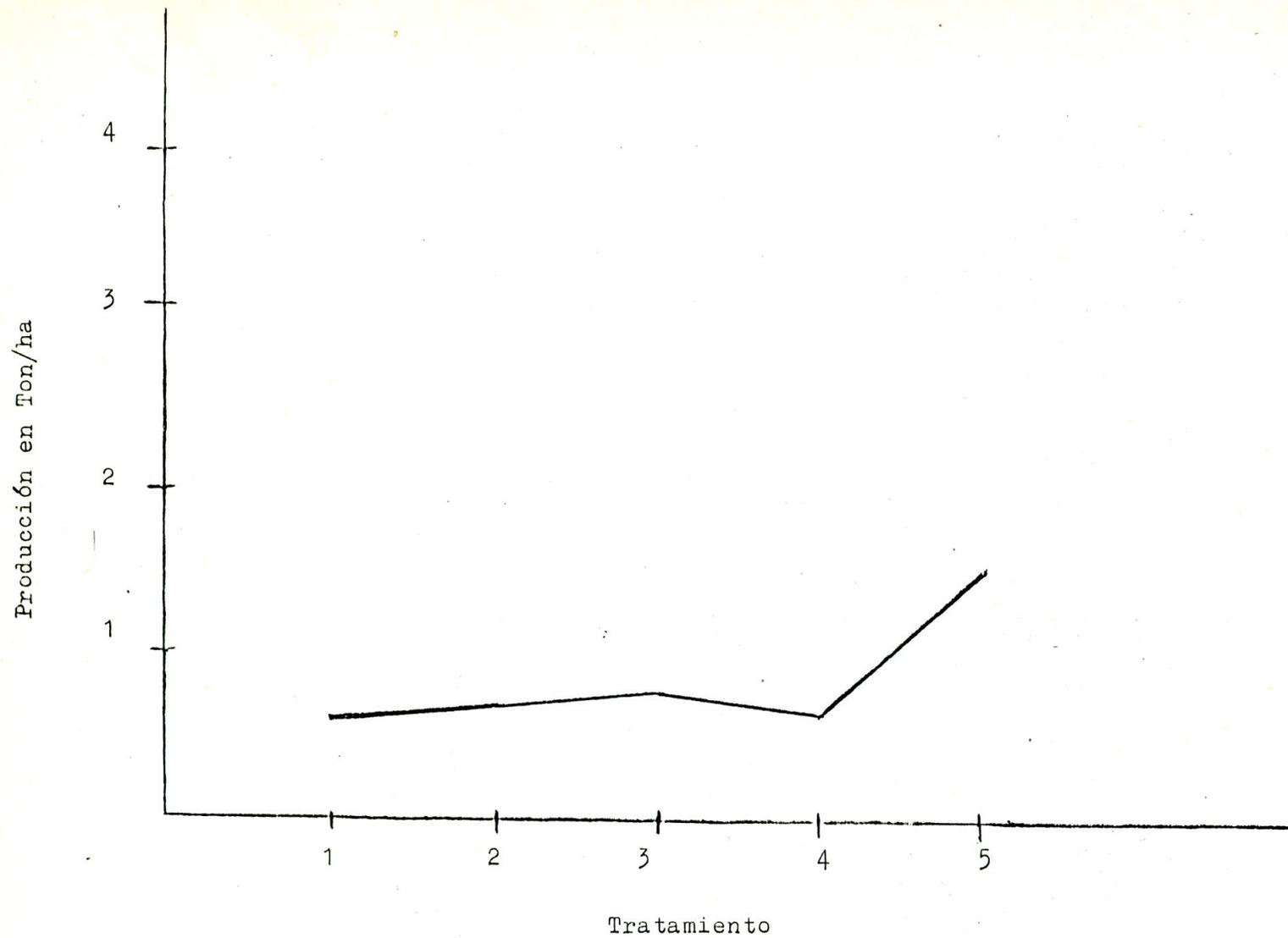


FIGURA 3. PRODUCCION DE FRIJOL EN TON/HA

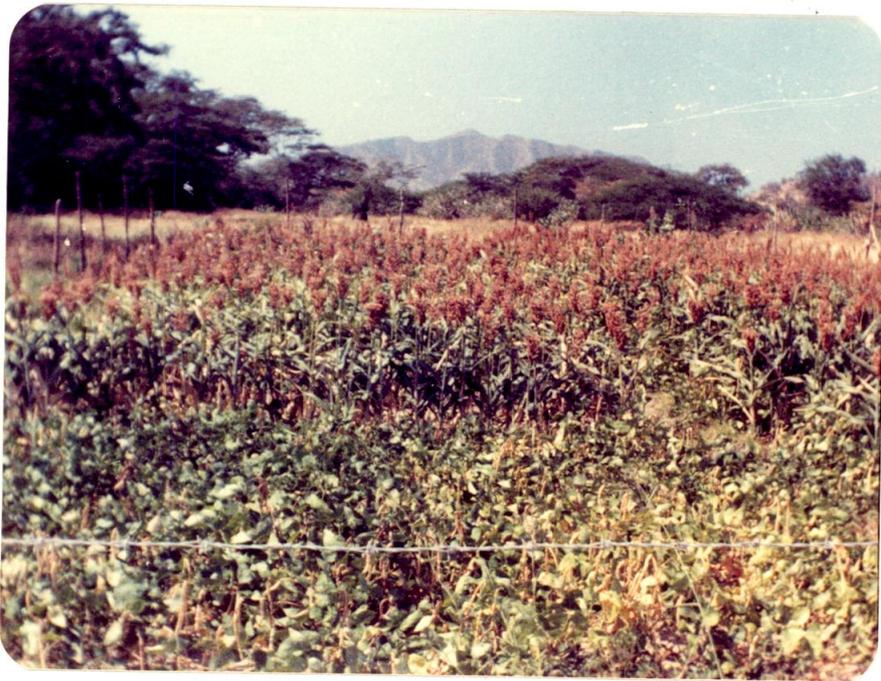


FIGURA 4. Aspecto general del cultivo



FIGURA 5. Parcela en monocultivo de sorgo



FIGURA 6. Parcela en monocultivo de frijol



FIGURA 7. Aspecto de la intercalación (sorgo-frijol)

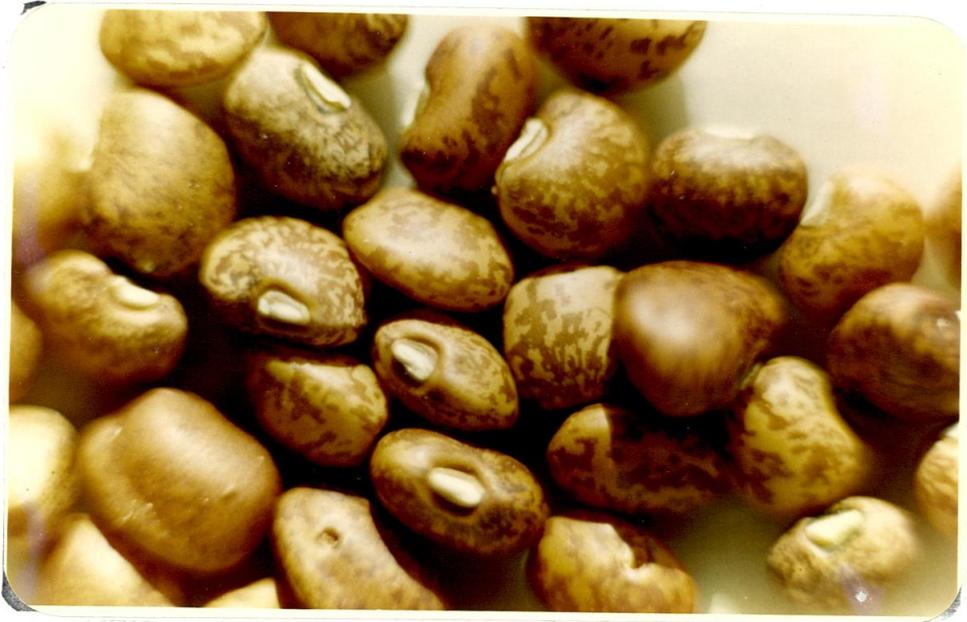


FIGURA 8. Gama de colores que presenta la semilla de frijol

## 5. DISCUSION

Las producciones y en consecuencia los ingresos netos de la intercalación (sorgo-frijol) (Tabla 2), considerando la mejor alternativa, son mayores que en los monocultivos, constatando así, los resultados obtenidos por algunos autores sobre la potencialidad de producción en este sistema. Moreno (9), Ruiz (12) y Tirado (15).

En la intercalación sorgo-frijol bajaron los rendimientos en granos si se comparan con los rendimientos obtenidos para estos mismos cultivos sembrados como monocultivos. Esto concuerda, con estudios hechos por Moreno (9), Pantoja (11), Ruiz (12), Lepiz (8) y Tirado (15), en el sentido de que los rendimientos en granos en la asociación maíz-frijol, son menores que cuando se siembran solos.

De acuerdo a estudios hechos por Flor (4) y Francis (4) en la Asociación maíz-frijol, en el sentido de que en cuanto a densidad y sistema de siembra es necesario lograr un mejor entendimiento y hacen énfasis en que el principio fundamental es minimizar la competencia, la complementación y la transferencia entre ellas. En este trabajo se sientan ciertas bases en cuanto a densidad y sistema de siembra, es el caso del tratamiento 4, que para el sorgo, se le dió distancia de siembra igual al dado para la siembra como monocultivo, y se obtuvo un rendimiento muy similar para los diferentes sistemas de siembra.

Es bueno anotar que el frijol por ser una leguminosa fija nitrógeno del aire, lo que redunda en la economía de fertilización y obra de mano en la aplicación.

## 6. CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones :

1) Considerando la mejor alternativa tanto agronómica como económicamente, corresponde al tratamiento 4 con 4.779,160 kg/ha en la intercalación.

2) De acuerdo a la producción total es recomendable la intercalación sorgo-frijol con respecto al frijol sembrado como monocultivo.

3) Con relación al sorgo como monocultivo, la intercalación sorgo-frijol, solo es recomendable en el tratamiento 4 con 4.777,160 kg/ha de producción total.

4) Según los valores I.E.T., se tiene que al relacionar la intercalación sorgo-frijol con frijol (monocultivo) se puede concluir que se debe sembrar sorgo-frijol intercalado y no frijol como monocultivo, ya que para éste se necesitaría mayor hectareaje para obtenerse la misma producción.

5) Con respecto al sorgo y de acuerdo al I.E.T., se concluye que solo es recomendable asociarlo bajo las condiciones del tratamiento 4 (I.E.T. con valor de 1,12); debido a que para los otros tra-

tamientos (T1 con 0,73; T2 con 0,80 y T3 con 0,95), se necesita un mejor hectareaje para obtenerse la misma producción que en la intercalación.

6) Al estudiar el índice equivalente a beneficios brutos se puede concluir, que se debe sembrar sorgo-frijol intercalados y no como monocultivos.

## 7. RESUMEN

El trabajo fue realizado en la Granja Experimental de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena en el Municipio de Santa Marta.

La zona se caracteriza por presentar las siguientes condiciones:

Altura sobre el nivel del mar	14 m.
Temperatura media anual	28°C
Precipitación media anual	640 mm
Humedad relativa media anual	75%

Los objetivos del trabajo fueron :

1. Conocer el comportamiento del frijol y sorgo cuando se cultivan en sistema intercalado.
2. Determinar qué tipo de intercalación entre sorgo y frijol es el más rentable.

El diseño empleado, fue el de bloques al azar con 6 tratamientos y 3 replicaciones.

El suelo usado presentó un pH de 7,3 y un contenido de materia orgánica de 2,7.

Los tratamientos usados fueron : sorgo sembrado a 1,2 m. entre líneas y entre ellas 2 líneas de frijol a 40 cm., sorgo sembrado a 1,2 m. entre líneas y entre ellas una línea de frijol a 60 cm., sorgo sembrado a 1 m. entre líneas y entre ellas una línea de frijol a 50 cm., sorgo sembrado a 80 cm. entre líneas y entre ellas una línea de frijol a 40 cm., sorgo sólo a 80 cm. entre líneas y frijol sólo a 60 cm. entre líneas.

Los rendimientos tanto para sorgo como para frijol siempre son menores en la intercalación que cuando se cultivan sólo, pero la intercalación siempre produce mayor ingresos, siendo la mejor alternativa, cultivar sorgo a 80 cm. entre líneas y colocarle una línea de frijol en medio de la calle a 40 cm. de distancia.

## SUMMARY

This work took place in the Experimental Farm of Secretary of Public Works in Santa Marta, Magdalena's Department.

The area has the following conditions :

Eight on the sea level	14 m.
Annual average temperature	28°C
Average precipitation	640 mm
Relative humidity	75%

The purposes were :

1. To know the behavior of sidney-bean and sorghum, grown in an intercalated system.
2. To determine the type of intercalation between sorghum and Kidney bean and which is the most profitable of those.

The design used was block al random with six treatments and three replications.

The pH in the soil was 7,3 and 2,7 the organic matter.

The treatments were :

Sorghum planted at 1,2 m. between files and in the middle of these two lines of kidney-bean at 40 cm., Sorghum planted at 1,2 m. between rows and in the middle of these, one row of kidney-bean at one m., between lines and in the middle of these on line of kidney-bean at 50 cm., Sorghum planted at 80 cm. between files and between these one row of kidney-bean at 40 cm. Only sorghum at 80 cm. between lines and only kidney-bean at 60 cm. between lines.

The yields were less for one and another in the intercalation than when were grown alone but intercalation always. That is for what is better to grow sorghum at 80 cm. between lines and places one row of kidney-bean in the middle at 40 cm.

## BIBLIOGRAFIA

1. ACEVEDO, F. J. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) asociado con el maíz (Zea mays L.) Tesis : Mag Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR-CATLE. 1976. 91p.
2. DESIR, S. Producción de maíz y frijol común asociados, según hábitos de crecimiento y población de plantas. Tesis : Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR-CATLE. 1975. 41p.
3. ESPINO, R. E. Productividad de maíz (Zea mays L.) y frijol de Costa (Vigna sinensis Endl.) asociado dentro de una plantación forestal en Turrialba. Tesis : Mag Sc. Turrialba. Costa Rica. UCR-CATLE. 1975. 78p.
4. FLOR y FRACIS, C.A. 1975. Respuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el trópico latinoamericano. CIAT, Cali. 17p.
5. GALLEGOS, P. R. Evaluación de producción y biomasa en sistema de producción que influyen en yuca (Manihot esculenta Crantz) Tesis : Mag. Sc. Turrialba Costa Rica. UCR-CATLE. 1976. 122p.
6. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, I.C.A. Rendimiento de frijol valuable y maíz en cultivo asociado. Informe anual del programa de leguminosa de grano. Bogotá, I.C.A. 1972. 50-51p.
7. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estudio general de suelos para fines agrícolas del sector quebrado de los municipios de Santa Marta y Ciénaga. Vol. No. 8 Editorial Sagraocol Ltda. Bogotá D.E. 1969. 145p.
8. LEPIZ, R. I. Asociación de cultivo maíz-frijol. Agricultura Técnica de México. 1971. 98-101p.
9. MORENO, O. Las asociaciones de maíz y frijol, un uso alternativo de la tierra. Tesis : Mag. Sc. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura. 1972. 71p. (Mimiografiado).
10. MUÑOZ, R. Características de los suelos y la fertilización de los cultivos de maíz, frijol, yuca, caña panela y plátano en la zona de clima medio en Antioquia. En : suelos y fertilización de cultivos. Medellín, I.C.A. 1980. 419-465p. (compendio No. 38).
11. PANTOJA, C. Primera aproximación a las prácticas de fertili-

- zación y densidad de población de la asociación maíz-frijol en el área de influencia del plan Puebla (México). Tesis: Mag. Sc. Valle de Puebla, México Revista ICA. Bogotá (Colombia). V.X. No. 3. Septiembre, 1975. 295-306p.
12. RUIZ, A. et al. Avances y resultados de la investigación agronómica en el plan Puebla. Inv. Reunión anual del plan Puebla 4a. junio 15-18. 1980. 42p.
  13. RIA, V.I. Sistema de producción bajo varias condiciones ecológicas en América Latina, con énfasis en el mejoramiento de la agricultura tradicional de los pequeños productores. Inv. Consulta de experto en investigación agrícola en América Latina, Panamá. Informa : San José, Costa Rica. FAO/IICA. 1976. 161-173p.
  14. TOBON, J. H. Fertilización química y orgánica en monocultivos y cultivos asociados en clima frío de Antioquia, en: suelos y fertilización de cultivos. Medellín, ICA, 1980. 387-417p. (Compendio No. 38).
  15. TIRADO, H. y ENRIQUEZ, G.A. Análisis económico preliminar de dos sistema de producción cultivados bajo dos métodos de labranza y dos niveles de tecnología. Inv. Reunión anual del programa cooperativo Centro Americano para el mejoramiento de cultivos alimenticios, San Salvador. 24a., CENTA. V : 1. 1978. (1-8)p.
  16. WILLEY, R. W. y OSIRU, D. S. 1972. Studies on Mixture of maize and beans (Phaseolus vulgaris L.) with particular referente to plant population Journal of agr. Sc. 79 : 517 - 529p.