

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS Y SUELOS TROPICALES

PRODUCCION DE MAIZ Y FRIJOL COMUN ASOCIADOS
SEGUN HABITO DE CRECIMIENTO Y POBLACION DE
PLANTAS

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DEL PROGRAMA CONJUNTO UCR—CATIE PARA OPTAR AL GRADO DE

Magister Scientiae

SIXTO DESIR

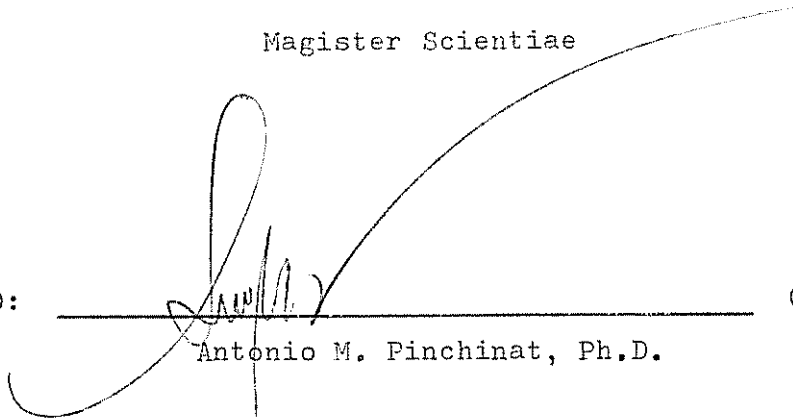
Turrialba, Costa Rica

1975

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la
Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto
UCR-CATIE, como requisito parcial para optar el grado de

Magister Scientiae

JURADO:



Consejero

Antonio M. Pinchinat, Ph.D.




Comité

Carl C. Moh, Ph.D.



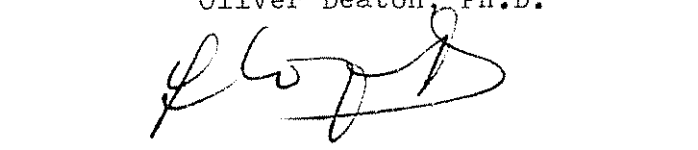
Comité

Víctor Quiroga, Mag. Sc.



Comité

Oliver Deaton, Ph.D.



Coordinador

Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad de Costa Rica

DEDICATORIA

A Véronique: mi madre

A Mimose, mi esposa, con amor y cariño

A mi querida hija Katia Regina

A mis hermanos

AGRADECIMIENTOS

El autor desea hacer público sus agradecimientos al Dr. Antonio M. Pinchinat, Consejero Principal, quien posibilitó la ejecución de este trabajo, y a quien pertenecen muchas de las ideas originales.

A los Drs. Carl C. Moh, Oliver Deaton e Ing. Agr. Víctor Quiroga M.S., miembros del comité, por las sugerencias y revisión del manuscrito.

Al Dr. José Fargas por la especial atención que le dio como Consejero Principal-Encargado al momento de la sustentación de la Tesis.

Al Dr. Donald D. Oelsgle, ex-miembro del comité consejero.

Al Dr. Jorge M. Montoya, Representante del IICA en Haití por su gran participación en la obtención de la beca de estudios.

Al Ministerio de Agricultura de Haití por haberle dado la oportunidad de realizar estudios de postgrado.

Al Gobierno de Holanda que le otorgó la beca de estudios.

Al personal del Centro de Estadística y Computación del IICA y especialmente al Sr. Manuel Zamora.

Al Ing. Agr. Jacques Baker y al Sr. José Joaquín "Quincho" Salazar por su ayuda en los análisis de laboratorio.

A todos sus compañeros y a todas las personas que de una manera u otra prestaron gentil colaboración durante la permanencia del autor en este centro.

BIOGRAFIA

El autor nació en Grande Salina, República de Haití. Hizo sus estudios primarios y secundarios en el Liceo Alejandro Petión en la ciudad capital de su país.

En octubre de 1967 ingresó a la Facultad de Agronomía y de Medicina Veterinaria de la Universidad del Estado de Haití, obteniendo el grado equivalente a Ingeniero Agrónomo en 1971.

Desde octubre de 1971 trabaja con el ministerio de Agricultura como Supervisor de Extensión Agrícola.

De Mayo de 1972 a Enero de 1973, estuvo en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México como becario del BID en producción de maíz.

En Enero de 1974 ingresó al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgrado en el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, en donde obtiene el grado de Magister Scientiae en octubre de 1975.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
2.1 Generalidades	2
2.2 Aspectos agronómicos	3
2.2.1 El maíz en cultivo individual	3
2.2.2 El frijol en cultivo individual	4
2.2.3 Maíz y frijol en asociación	5
2.3 Aspectos económicos	6
3. MATERIALES Y METODOS	7
3.1 Localización del experimento	7
3.2 Especies de cultivos usadas	7
3.3 Combinaciones hábito x densidad	8
3.4 Diseño experimental	10
3.5 Prácticas culturales	10
3.6 Variables analizadas	11
3.6.1 Rendimiento de grano	11
3.6.2 Uso Equivalente de la Tierra	12
3.6.3 Margen bruto	12
3.6.4 Eficiencia del margen bruto	13
3.7 Análisis estadístico de las variables	13
3.8 Componentes nutricionales	14
4. RESULTADOS	16
4.1 Condiciones climáticas	16
4.2 Aspectos generales de los cultivos	16
4.3 Rendimiento de grano	17
4.4 Uso Equivalente de la Tierra	18
4.5 Margen Bruto por sistema	18
4.6 Ciclo de cultivo e Índice de Eficiencia del margen bruto	21
4.7 Componentes Nutricionales	21

5.	DISCUSION	23
5.1	Generalidades	23
5.2	Rendimiento de grano	23
5.3	Uso Equivalente de la Tierra	26
5.4	Margen Bruto por sistema	26
5.5	Eficiencia del margen bruto	27
5.6	Componentes Nutricionales	27
6.	CONCLUSIONES	28
7.	RESUMEN	29
7a.	SUMMARY	31
7b.	RESUME	33
8.	LITERATURA REVISADA	35
	APENDICE	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
1	Descripción de los 24 tratamientos basados en hábito de crecimiento y densidad de siembra de maíz y frijol común	9
2	Rendimiento de los cultivos por sistema de Producción. Separación de las medias	19
3	Uso Equivalente de la Tierra y Margen bruto. Separación de medias	20
4	Ciclo de cultivo e Índice de eficiencia del margen bruto. Separación de medias	22
 <u>Apéndice</u>		
Cuadro N ^o		
A1	Estimación de los costos variables de los cultivos por hectárea y por sistema	40
A2	Cuadrados medios de rendimiento de grano de los cultivos	41
A3	Cuadrados medios del Uso Equivalente de la Tierra, del margen bruto y del Índice de eficiencia del margen bruto	41

LISTA DE FIGURAS

Figura N ^o		<u>Página</u>
1	Distancia de cultivo en los diferentes sistemas de siembra de maíz y frijol común	15

1. INTRODUCCION

El maíz (Zea mays. L) y el frijol común (Phaseolus vulgaris. L) son dos cultivos complementarios que constituyen la base de la dieta alimenticia en América Tropical. Tradicionalmente, los campesinos los producen en asociación o en rotación, mayormente para la subsistencia de la familia.

Debido a faltas crecientes de alimentos en América Tropical como en varias otras partes del mundo, se hace apresurante la búsqueda de métodos capaces de intensificar la producción agrícola pero a la vez ajustados a las condiciones del productor. Entre tales métodos se destaca la práctica de sistemas de cultivo asociado. En este trabajo, se trata de evaluar los efectos de hábito de crecimiento y de población de plantas sobre la producción de grano y el margen bruto económico en monocultivo y en cultivo asociado de maíz y frijol.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades

Según Holdrige (17), la asociación de cultivos, al simular la vegetación natural en la medida que sea posible, puede ofrecer el mejor sistema de producción para una empresa familiar sobre la mayoría de las tierras húmedas bajas tropicales. Pinchinat et al (30) establecieron bases tanto agronómicas como socio-económicas que justifican la producción de cultivos múltiples incluyendo los asociados, particularmente adaptadas al nivel del pequeño productor.

Muchas de las ventajas, especialmente agronómicas de la intercalación de cultivos, tales como la regeneración de la fertilidad del suelo, su mejor uso y una exploración más adecuada por raíces de diferentes longitudes fueron aceptadas por Nicol (25).

Boynton (8), asumió como objetivos principales que la práctica de cultivo asociado en la intensificación del uso de la tierra, debe mejorar la producción de alimentos básicos, así como la balanza internacional de pagos y el ingreso económico del pequeño agricultor.

Hildebrand y French (15), con base en los resultados de un estudio en agro-sistemas de producción realizado en El Salvador, afirmaron que el sistema de cultivos múltiples tiene el potencial de aumentar el empleo y el ingreso rural y a la vez incrementar la producción de hortalizas y de granos básicos.

2.2 Aspectos agronómicos

2.2.1 El Maíz en cultivo individual

Rossman et al (32) indican que para un híbrido dado de maíz, el rendimiento generalmente aumenta a medida que uno o más factores ambientales tales como nutrientes minerales, luz u otro llegan a ser limitantes. Sin embargo, Fayemi (11) en un ensayo repetido durante tres años con densidades variando desde 4.840 plantas/acre[‡] (11.955 pl/ha) hasta 24.200 plantas/acre encontró incrementos de rendimiento hasta una densidad de 14.520 plantas/acre, a partir de la cual los rendimientos empezaron a decrecer gradualmente.

Por otro lado, Norden (26) anotó que al aumentar la población de 12.000 a 62.500 pl/ha, el rendimiento disminuye en 73%. Sin embargo, en un ensayo sobre densidad de plantas en las variedades Tuxpeño crema-1 planta baja y Tuxpeño braquitico-2, Pérez et al (28) informaron que aproximadamente 65.000 pl/ha (75,0 cm x 20,5 cm x 1 pl/golpe) produjeron el mayor rendimiento aunque no hubiese diferencia significativa con una población de aproximadamente 40.000 pl/ha (75 cm x 33 cm x 1 pl/golpe); pero los rendimientos bajaron considerablemente con poblaciones de 90.000 y 115.000 pl/ha.

Méndez (23) mencionó que la densidad más adecuada está entre 40.000 y 60.000 pl/ha en las condiciones de la mayoría de los suelos venezolanos.

Salas (33) obtuvo mayores rendimientos con distancias de 75 cm x 15 cm y 75 cm x 25 cm que con 125 cm x 35 cm.

‡ Para convertir pl/acre a pl/ha se multiplica pl/acre por 2,47

Resultados hallados por Vioria (37) revelaron que plantas de maíz espaciadas a 100 cm x 20 cm con una sola planta por golpe fueron significativamente más altas y produjeron semillas mayores que las plantas espaciadas a 100 cm x 40 cm x 2 pl/golpe.

2.2.2 El frijol en cultivo individual

Brandes (9) observó que los mejores rendimientos de frijol (cerca de 1.500 kg/ha) en estación húmeda fueron obtenidos de densidades definitivas yendo de 200.000 a 400.000 pl/ha, mientras que en época seca los mejores rendimientos (cerca de 850 kg/ha) se obtuvieron con densidades de 300.000 a 500.000 pl/ha.

Por otro lado, Bastidas et al (4) determinaron el rango óptimo de población para variedades arbustivas con 147.000 a 330.000 pl/ha.

En un experimento llevado a cabo en Turrialba, Costa Rica, Pinchinat (29) encontró que los mayores rendimientos correspondían a densidades de 100.000 pl/ha (50 cm x 40 cm x 2 pl/golpe) y 200.000 pl/ha (50 cm x 20 cm x 2 pl/golpe).

Un inventario de plantas establecidas por hectárea efectuado sobre 632 lotes de frijol en Venezuela mostró que la densidad de planta más comunmente usada estaba entre 100.000 y 200.000 pl/ha (3).

Pérez Pérez (27) en Venezuela indicó que los rendimientos tienden a aumentarse con aumento de densidad, ubicándose el óptimo entre 30 y 50 cm entre surcos y 5 cm entre surcos.

Blanco (7) en Costa Rica recomendó sembrar a una distancia entre surcos de 40-50 cm y sobre surcos de 10-15 cm, debido a las mayores facilidades para el manejo ya que en distancia más pequeña, las labo-

res culturales se dificultan.

2.2.3 Maíz y frijol en asociación

Alvim y Alvim (1) estudiando la eficiencia fotosintética del frijol y del maíz en diferentes densidades de siembra, en cultivos asociados y en monocultivo, concluyeron que la eficiencia del maíz fue de 10,5% y la del frijol a penas alcanzó un tercio de este valor; por lo tanto consideraron el frijol como una planta ineficiente en el aprovechamiento de la energía solar.

Evaluando la asociación maíz-frijol, Willey (38) manifestó que el maíz tiene una mayor aptitud competitiva relativa que incrementaba con el aumento de la presión poblacional; sugirió que esto se debió probablemente al efecto de la sombra del maíz sobre el frijol. Sin embargo, Sanabria (34) y Mancini (22) demostraron que el sembrar maíz y frijol simultáneamente retardaba el desarrollo del maíz.

Fuentes (13) informó que la altura de la planta de frijol de guía es el principal factor en la disminución de los rendimientos del maíz en cultivo asociado, debido a que actúa como freno al crecimiento y al normal desarrollo del maíz además de dificultar la cosecha.

Loma (21) consideró que sembrar el frijol entre las hileras de maíz tiene como ventaja la conservación de la humedad del suelo y la mejoría de la aireación y por ende ofrece mejores condiciones para una buena producción de estos cultivos asociados.

Lépiz (19) usó en asociación hasta 40.000 pl/ha de maíz y 110.000

pl/ha de frijol con rendimiento respectivos de 1.534 kg/ha y 489 kg/ha; a mayor población en general correspondía mayor rendimiento por cultivo, sobre todo cuando las precipitaciones eran adecuadas y bien repartidas. En este sentido, Willey (38) estableció que en las asociaciones de maíz y frijol se requería la mayor presión poblacional.

2.3 Aspectos económicos

Entre el rango de ventajas ofrecidas por el sistema asociado maíz-frijol, Linton (20), Lépiz (19), Moreno et al (24) y CIMMYT (10) admitieron que tanto los rendimientos de grano de frijol como los rendimientos de grano de maíz son menores que los de estos cultivos sembrados por separado. Sin embargo, la ganancia neta combinada de ambos cultivos asociados, ha resultado frecuentemente mayor a la ganancia lograda en los monocultivos.

Moreno et al (24) presentaron resultados mostrando el efecto del tratamiento de mayor presión poblacional en su experimento. Ellos manifestaron que 140-100-0-40.000-90.000 (N-P₂O₅ - K₂O - plantas de maíz-frijol/ha) se asoció con un ingreso neto 2,7 veces mayor al ingreso neto obtenido con el maíz sembrado solo.

Por otro lado, Platero (31) llegó a conclusiones opuestas en un mismo experimento repetido en dos zonas diferentes: En una, las máximas ganancias se obtuvieron cuando los cultivos se encontraban asociados, en la otra cuando el frijol se sembró solo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El ensayo se llevó a cabo en Turrialba (Estación Experimental del CATIE), Costa Rica, del 21 de Diciembre de 1974 al 14 de Mayo de 1975. El lugar está situado a 9°53' latitud norte y 83°39' longitud oeste con una elevación aproximada de 602 m.s.n.m.

El clima es caliente húmedo con una temperatura media mensual de 22,3°C (máx. 27,1 C y mín. 17,0 C) y una precipitación media anual de 2.682 mm con un promedio de 251 días anuales de lluvia. El brillo solar diario es de 4,5 horas de sol y la humedad relativa es de 88% en promedio.

Los suelos son de origen aluvial fluvio-lacustre pertenecientes a la serie Instituto arcilloso, fase normal (Inceptisol, Typic Distropepts). El drenaje varía de normal a impedido. Su fertilidad es de media a baja (6).

De acuerdo con el sistema de clasificación por zonas de vida ecológicas de Holdrige (36), esta zona se considera como bosque muy húmedo premontano.

3.2 Especies y variedades de cultivos usadas

Como material vegetal se utilizaron semilla de maíz (Zea mays. L, "var. Eladio Hernández y Tuxpeño-1") y de frijol común (Phaseolus vulgaris. L, "var. CATIE-1 y 27-R") obtenidas del banco de germoplasma del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE.

3.3 Combinaciones hábito x densidad

Se compararon asociaciones de poblaciones de maíz-frijol resultadas de las diferentes combinaciones de 4 densidades de plantas y los dos tipos de crecimiento incluyéndose los monocultivos como testigos respectivos. Se formaron así 24 tratamientos, según se describe en el cuadro 1.

En el análisis estadístico de rendimiento de grano por variedad figuraron sólo 10 de estos tratamientos donde se encontró la variedad tanto en monocultivo como en asociación.

Cuadro 1. Descripción de 24 tratamientos basados en hábito de crecimiento y densidad de siembra de maíz y frijol común.

Trat	Cultivo			
	Maíz		Frijol	
	E. Hernández <u>1/</u>	Tuxpeño-1 <u>2/</u>	CATIE - 1 <u>1/</u>	27-R <u>2/</u>
	Densidad (pl/ha) <u>3/</u>			
H5	50.000 ✓			
H4	40.000			
T5		50.000		
T4		40.000		
N2			200.000	
N1			100.000	
R2				200.000
R1				100.000
H5N2	50.000		200.000	
H5N1	50.000		100.000	
H5R2	50.000			200.000
H5R1	50.000			100.000 ✓
H4N2	40.000		200.000	
H4N1	40.000		100.000	
H4R2	40.000			200.000 ✓
H4R1	40.000			100.000 ✓
T5N2		50.000	200.000	
T5N1		50.000	100.000	
T5R2		50.000		200.000
T5R1		50.000		100.000
T4N2		40.000	200.000	
T4N1		40.000	100.000	
T4R2		40.000		200.000
T4R1		40.000		100.000

1/ Porte alto

2/ Porte bajo

3/ La distribución de semilla, dentro de cultivo fue:

A - En maíz 1) 50.000 pl/ha: 100 cm x 20 cm x 1 pl/golpe
2) 40.000 pl/ha: 100 cm x 25 cm x 1 pl/golpe

B - En frijol 1) 200.000 pl/ha: 50 cm x 10 cm x 1 pl/golpe
2) 100.000 pl/ha: 50 cm x 20 cm x 1 pl/golpe

3.4 Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental de bloques completos randomizados (B.C.R.) con 4 repeticiones.

El tamaño de las parcelas fue de 30 m^2 (6 m x 5 m), de los cuales se cosecharon 20 m^2 (5 m x 4 m) para eliminar los efectos de borde.

3.5 Prácticas culturales

Se aplicó por hectárea los equivalentes de 190 Kg de N, 230 kg de P_2O_5 , 78 Kg de K_2O y 25 Kg de MgO, en dos épocas según las recomendaciones del Departamento. La primera se hizo al voleo antes de sembrar con una cantidad de 600 Kg de fertilizante de la fórmula 15-30-8.

La segunda aplicación fue realizada en banda 30 días después de la siembra con 500 Kg de fertilizante de la fórmula 20-10-6-5.

La siembra se efectuó inmediatamente después de la primera aplicación de los nutrientes minerales con una superposición completa (100%) de los cultivos maíz y frijol. Los surcos de frijol se sembraron a 25 cm de los de maíz.

Por razón de una sequía inesperada se realizaron dos riegos superficiales; uno, 24 días después de la siembra y un segundo, 7 semanas después del anterior.

Se deshirió el cultivo manualmente una sola vez, aproximadamente a un mes de su establecimiento.

El ataque de vaquita (*Diabrotica* spp) y del gusano cogollero

(Spodoptera frugiperda), fue contrarrestado con aplicaciones de insecticidas al follaje. Las plagas de las raíces de maíz fueron controladas con el DDT) (2 Unidades de Toxafeno + 4 Unidades de DDTO.

3.6 Variables analizadas

3.6.1 Rendimiento de grano

El producto de las cosechas se pesó, tomándose muestras para la determinación de los porcentajes de humedad, calculados según la fórmula:

$$Ho = \frac{Ph - Ps}{Ph} \times 100$$

donde:

Ho = humedad de las semillas expresada en porcentaje

Ph = peso de las semillas en el momento de la cosecha

Ps = peso seco de las semillas, luego de permanecer en estufa a 70 C durante 72 horas.

Una vez conocido el porcentaje de humedad se estandarizó el peso total del rendimiento por parcela al 14% para el maíz y 13% para el frijol según la fórmula:

$$Pf = \frac{Po (100 - Ho)}{(100 - Hf)}$$

donde:

Pf = peso de las semillas corregidas al 14 o 13% de humedad

Po = peso de las semillas en el momento de la cosecha

H_o = porcentaje de humedad de las semillas en el momento de la cosecha

H_f = porcentaje de humedad deseado (14 o 13 en nuestro caso).

3.6.2 Uso Equivalente de la Tierra (U.E.T.)

Es el índice (%) que determina la superficie que habría de emplear bajo el sistema de referencia (Monocultivo) para obtener una producción equivalente a la obtenida con el sistema evaluado (Asociación) (16).

Este índice se calcula utilizando la fórmula:

$$U. E. T. = \left(\sum_{i=1}^n \frac{Y_{is}}{Y_{im}} \right) \times 100$$

donde:

U. E. T. = Uso equivalente de la tierra en porciento

n = Nº de cultivos en asociación

Y_{is} = Producción del cultivo en el sistema evaluado (Asociación)

Y_{im} = Producción del cultivo en el sistema de referencia (Monocultivo)

3.6.3 Margen Bruto de los sistemas en estudio

Los costos de las operaciones de cultivo fueron calculados con base en las estimaciones actualizadas del Banco de Crédito Agrícola de Cartago (2). Para los insumos se usaron los precios de compra

en el comercio. Se aumentaron todos los gastos de 5% para cubrir los imprevistos.

Los márgenes brutos del experimento fueron obtenidos por diferencia de los Ingresos brutos totales y de los costos variables suponiendo vender la cosecha de maíz a 75 colones el quintal (46 Kg) y la del frijol a 225 colones el quintal.

3.6.4 Eficiencia del Margen Bruto

En este experimento se estudió el margen bruto diario de los sistemas asociados en relación con él de los monocultivos usando la fórmula:

$$1. Ef = \frac{MB}{C}$$

donde:

1. Ef = Índice de eficiencia del margen bruto en colones
= por día.

MB = Margen bruto del sistema en colones

C = Ciclo en días del último cultivo cosechado dentro del sistema.

3.7 Análisis estadístico de las variables

Las diferentes variables fueron sometidas a análisis de varianza aplicando el modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = variable respuesta

\bar{U} = media general

T_i = efecto de tratamiento

B_j = efecto bloque

E_{ij} = error experimental

Para la separación de medias se usó la prueba de Duncan, al nivel de 5% (35).

Los datos experimentales fueron procesados en la computadora I.B.M. Modelo 1130 del IICA.

3.8 Componentes nutricionales

Las determinaciones de % de proteínas, grasas, y carbohidratos se efectuaron en forma general a base de materia seca según el sistema Weende (5).

Se tomaron muestras de las cosechas de cada cultivo, se las llevaron a secar en estufa a 70 C durante 48 horas. Luego se las pasaron por un molino Willey con malla Nº 40. Del material molido y hermeticamente conservado, se prepararon submuestras para los análisis.

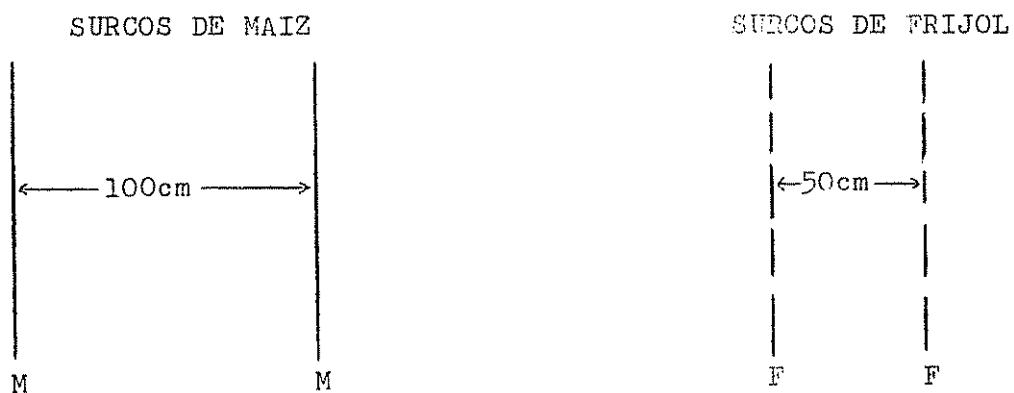
Las determinaciones de nitrógeno total se hicieron por el método micro-Kjeldahl, cantidades que se multiplicaron después por el factor de conversión de 6,25 para obtener el porcentaje de proteínas.

El contenido de grasas se midió por el método de extracto etéreo utilizándose el aparato de Goldfish.

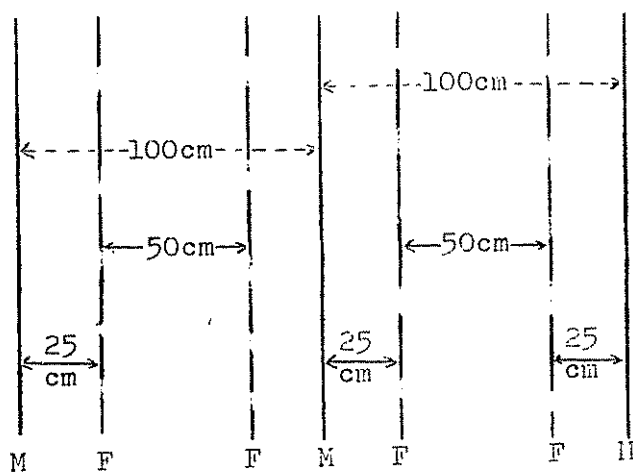
Se obtuvo el contenido de carbohidratos totales (incluyendo fibras y minerales) por diferencia entre 100 y la suma de los porcentajes de proteínas y grasas de la materia seca (18).

Fig.1
 Distancia de cultivo en los diferentes sistemas de
 siembra de maíz y frijol común

MONOCULTIVOS



CULTIVOS ASOCIADOS



4. RESULTADOS

4.1 Condiciones climáticas durante el experimento

En el intervalo de tiempo de Diciembre 74 a Mayo 75, se registraron las siguientes condiciones climáticas: Temperatura media máxima de 26,12 C y media mínima de 17,08 C y un brillo solar medio de 4,9 horas diarias. Se observaron una distribución irregular de la precipitación variando de 402,9 mm (en Diciembre) a 19,7 mm (en Febrero). La evaporación presentó también cierta irregularidad, así en Marzo fue de 136,4 mm y de 77,5 mm en Enero. El balance hídrico atmosférico resultó de 324,7 mm en Diciembre y de 108,7 mm en Marzo.

4.2 Aspectos generales del cultivo

En las unidades experimentales el crecimiento de las plantas no fue uniforme en la primera quincena de establecimiento a causa de una distribución inadecuada de la precipitación en el suelo. Sin embargo la obtención de una pobre producción fue pronto descartada aplicando dos riegos por aspersión.

Fue relativamente leve el ataque de enfermedades. El tizón de la hoja (Helminthosporium maydis) apareció en el maíz aproximadamente a los 50 días después de la germinación y el mildiu en el frijol, 3 semanas antes de la cosecha, ambos sin efecto significativo sobre el desarrollo de los cultivos.

El maíz, "var. Eladio Hernández" mostró una cierta tendencia al volcamiento, sobre todo en monocultivo, lo cual se corrigió satisfac-

toriamente con el aporcamiento de las plantas.

4.3 Rendimiento de grano

En el cuadro 2 se mostraron los rendimientos individuales de grano de las variedades de maíz y frijol. La variedad de maíz Eladio Hernández dió su mayor rendimiento con una población de 40.000 plantas en monocultivo con una diferencia significativa sobre la población de 50.000 pl/ha del mismo maíz en asociación con el frijol "var. CATIE-1" 200.000 pl/ha. Sin embargo no hubo diferencia significativa del monocultivo a 40.000 pl/ha con una población igual en asociación con el frijol var. 27-R a 200.000 pl/ha.

Las mejores cosechas del maíz, var. Tuxpeño-1 salieron de los monocultivos sin una diferencia estadística entre ellos. La mayor producción se obtuvo de la densidad de 50.000 plantas. Se puede observar la no existencia de diferencia significativa entre los rendimientos de este maíz en los testigos con el de la asociación a 50.000 pl/ha de Tuxpeño-1 + 200.000 pl/ha del 27-R.

El frijol, var. CATIE-1, en monocultivo (testigo) con una densidad de 200.000 pl/ha produjo su óptimo rendimiento significativamente superior al de esta misma variedad con la misma población en asociación con el maíz, var. Eladio Hernández a 50.00 pl/ha. Sin embargo no hubo diferencia significativa entre el monocultivo a 200.000 pl/ha con una asociación de esta misma población con 40.000 pl/ha del maíz, var. E. Hernández.

La var. de frijol 27-R presentó sus mejores producciones en los monocultivos con poblaciones de 200.000 pl/ha y 100.000 pl/ha sin di-

ferencia significativa entre ellas. Pero se encontró diferencia estadística entre la primera densidad y la misma en asociación con una población de 50.000 pl/ha de la var. de maíz Tuxpeño-1 mientras no existía diferencia significativa con esta población de frijol asociada con su monocultivo de 100.000 pl/ha.

4.4 Uso Equivalente de la Tierra

Se puede ver en el cuadro 3 las distintas medias del U.E.T. de los dos sistemas de estudio. De los 16 tratamientos asociados sólo 4 no mostraron diferencia significativa en comparación con los monocultivos. Sin embargo se obtuvo el U.E.T. óptimo con el tratamiento T5R2 (50.000 pl/ha del maíz Tuxpeño-1 + 200.000 pl/ha del frijol 27-R).

4.5 Margen Bruto por Sistema

Teniendo en cuenta los precios de venta de los productos y los costos variables de producción por sistema (cuadro A-1), se pueden observar los márgenes brutos presentados en el cuadro 3. El margen bruto óptimo se consiguió con la asociación T5R2 (50.000 pl/ha del maíz Tuxpeño-1 + 200.000 pl/ha del frijol 27-R) con una diferencia altamente significativa sobre los monocultivos de mayores ingresos R2 y R1. El menor margen bruto se obtuvo con una población de 50.000 pl/ha del maíz Eladio Hernández en monocultivo.

Cuadro 2. Rendimiento (Kg/ha.) individual de las variedades de dos cultivos (maíz y frijol) por sistema de producción. Separación de las medias mediante prueba Duncan 5%. ^{1/}

Trat.	Maíz		Frijol	
	E. Hernández	Tuxpeño-1	CATIE-1	27-R
H5	2838 abc			
H4	3244 a			
T5		3980 a		
T4		3755 ab		
N2			1633 a	
N1			1325 abc	
R2				2131 a
R1				1989 ab
H5N2	2163 bcd		1251 bcd	
H5N1	1960 cd		892 f	
H5R2	2533 abcd			1429 de
H5R1	2308 abcd			1192 e
H4N2	1764 d		1330 ab	
H4N1	2280 abcd		1027 bcdef	
H4R2	3028 ab			1390 de
H4R1	2768 abcd			1260 e
T5N2		2840 bc	1248 bcde	
T5N1		2265 c	851 f	
T5R2		3372 abc		1809 bc
T5R1		2435 c		1139 e
T4N2		2400 c	979 f	
T4N1		2696 bc	1118 bcdef	
T4R2		2793 bc		1600 cd
T4R1		2885 bc		1300 de

^{1/} Medias que comparten una misma letra no son significativamente distintas.

Cuadro 3. U.E. T. (%) y Margen bruto (¢/ha) por sistema. Separación de medias mediante prueba Duncan 5%. ^{1/}

Trat.	U.E.T.	Significancia	Margen bruto	Significancia
H5	100	m	1855	r
H4	100	m	2732	nopqr
T5	100	m	3717	ijklmnopqr
T4	100	m	3564	ijklmnopqr
N2	100	m	4792	cdefghijklmnop
N1	100	m	3642	ijklmnopqr
R2	100	m	6837	bcde
R1	100	m	6700	bcdef
H5N2	153	abcde	5256	cdefghijklm
H5N1	136	abcdefghijklm	3524	ijklmnopqr
H5R2	157	abcd	6338	bcdefghi
H5R1	142	abcdefghi	5377	bcdefghijk
H4N2	140	abcdefghij	5211	cdefghijklmn
H4N1	150	abcdefgh	4921	cdefghijklmno
H4R2	161	abc	7171	bc
H4R1	151	abcdefg	6672	bcdefg
T5N2	152	abcdef	6347	bcdefgh
T5N1	129	abcdefghijklm	3798	ijklmnopqr
T5R2	169	a	9565	a
T5R1	118	defghijklm	5321	bcdefghijkl
T4N2	125	cdefghijklm	4530	defghijklmnopq
T4N1	167	ab	6045	bcdefghij
T4R2	150	abcdefgh	7816	ab
T4R1	142	abcdefghi	7058	bcd

^{1/} Medias que comparten una misma letra no son significativamente distintas.

4.6 Ciclo de cultivo e Índice de eficiencia del margen bruto

En el cuadro 5 se pueden apreciar el ciclo (días) del último cultivo cosechado en cada sistema y el índice de eficiencia del margen bruto (¢/día). Los mejores índices resultaron del frijol arbustivo "var. 27-R" en monocultivo aún cuando no existe diferencia significativa con la eficiencia obtenida en el sistema asociado de esta variedad de frijol con el maíz Tuxpeño-1 (T5R2). El menor índice de eficiencia se obtuvo con el maíz Eladio Hernández en monocultivo con una población de 50.000 pl/Ha (H5).

4.7 Componentes Nutricionales

Los resultados de análisis de los componentes nutricionales realizados a base de materia seca son dados por el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Contenido de proteínas, grasas, y carbohidratos[★] en maíz y frijol (promedios de muestras).

Cultivo	Variedad	Contenido (%)		
		Proteínas	Grasas	Carbohidratos
Maíz	E. Hernández	10,90	4,00	85,10
"	Tuxpeño-1	10,02	4,61	85,37
Frijol	CATIE - 1	28,19	1,42	70,39
"	27 - R	26,12	1,39	72,49

★ Incluyendo fibras y minerales

Cuadro 5. Ciclo (días)^{1/} e Índice de eficiencia del margen bruto (¢/día) por sistema de cultivo. Separación de medias por medio de la prueba Duncan 5%.^{2/}

Tratamiento	Ciclo	Índice de Eficiencia	Significancia
H5	144	13	q
H4	144	19	mnopq
T5	144	26	ijklmnopq
T4	144	25	klmnopq
N2	93	52	cde
N1	93	39	defghijk
R2	86	79	a
R1	86	78	ab
H5N2	144	36	defghijklm
H5N1	144	24	klmnopq
H5R2	144	44	defghi
H5R1	144	37	defghijkl
H4N2	144	36	defghijklm
H4N1	144	34	efghijklmn
H4R2	144	50	cdef
H4R1	144	46	defgh
T5N2	144	44	defghi
T5N1	144	26	ijklmnopq
T5R2	144	66	abc
T5R1	144	37	defghijkl
T4N2	144	31	fghijklmno
T4N1	144	42	defghij
T4R2	144	54	cd
T4R1	144	49	cdefg

^{1/} Ciclo del último cultivo cosechado en el sistema.

^{2/} Medias que comparten una misma letra no son significativamente distintas.

5. DISCUSION

5.1 Generalidades

A pesar de un temporal con una baja precipitación y su mala distribución, tanto el cultivo de maíz como el de frijol común se comportaron normalmente en los dos sistemas gracias al aporte de los riegos artificiales

5.2 Rendimiento de grano

En general, los rendimientos por hectárea superaron los rangos encontrados por la F.A.O. en este país (12) para los cultivos usados en el experimento.

Los rendimientos individuales fueron mayores cuando los cultivos estuvieron sembrados solos para el maíz Tuxpeño-1 y el frijol 27-R (ambos de crecimiento bajo) en las dos densidades poblacionales, mientras para el maíz Eladio Hernández y el frijol CATIE - 1, variedades de crecimiento alto, esta tendencia varió con la densidad de plantas. En efecto esta última variedad de maíz produjo su mayor rendimiento con una población de 40.000 pl/ha en monocultivo sin diferencia significativa con la producción obtenida de esta misma población en asociación con 200.000 pl/ha del frijol 27-R. Aquella cosecha de maíz obtenida en asociación fue superior a la de 50.000 pl/ha en monocultivo aunque no hubiera diferencia estadística. Con el frijol CATIE - 1 ocurrió un ejemplo similar (cuadro 2).

En Eladio Hernández, en general, entre los monocultivos y los

sistemas de asociación se observó relativamente poca diferencia en el rendimiento, salvo entre los monocultivos y el tratamiento H4N2 (Eladio Hernández a 40.000 pl/ha con el CATIE - 1 a 200.000 pl/ha). En este último sistema parece que el maíz a la menor densidad de siembra (40.000 pl/ha) empezó a sufrir significativamente la competencia del frijol de guía (CATIE - 1) pero esta observación no ha sido encontrada en la asociación H4R2 (Eladio Hernández a 40.000 pl/ha con el frijol arbustivo 27 - R a 200.000 pl/ha).

De acuerdo con Pérez et al (28), en cultivo individual (monocultivo) las variedades de maíz no manifestaron diferencia significativa entre los rendimientos procedentes de las densidades de 40.000 pl/ha y 50.000 pl/ha.

Sin embargo 40.000 pl/ha rindió más en la "var. Eladio Hernández" y 50.000 pl/ha más en la "var. Tuxpeño - 1.

En asociación, el comportamiento del maíz es directamente relacionado con el hábito de crecimiento del frijol. El frijol 27 - R, "var. arbustiva" influyó muy poco sobre el crecimiento y el rendimiento del maíz, mientras que la var. CATIE - 1 por haber usado la otra especie como soporte, impide a su desarrollo normal. En ciertos casos, se observaron plantas de maíz con hojas casi cerradas por el tallo trepador del frijol lo que reduce inevitablemente su capacidad fotosintética como lo reportó Fuentes (13). Las pruebas son evidentes, se encontraron mejores rendimientos de maíz en las asociaciones con el frijol 27-R. Pero, a pesar de todo, se puede considerar en forma general, insignificantes estas pérdidas en los rendimientos de

maíz lo que corroboraría las notas de Alvim (1) y Willey (38) de que el maíz posee una mayor aptitud competitiva que el frijol.

En monocultivo, las variedades de frijol usadas produjeron sus óptimos rendimientos con la densidad de 200.000 pl/ha aunque no exista una diferencia significativa con los rendimientos de la densidad de 100.000 pl/ha. Sin embargo, parece clara la inclinación de que las variedades arbustivas de frijol puedan responder a una mayor presión poblacional que las de enredadera o de guía de acuerdo al rango determinado por Bastidas et al. (4).

En asociación, el frijol CATIE-1 exhibió su mayor producción con la densidad de 200.000 pl/ha con la var. de maíz Eladio Hernández de crecimiento alto con una población de 40.000 pl/ha donde se nota el menor rendimiento de este maíz (cuadro 2); en cambio el frijol 27-R, variedad de crecimiento bajo rindió las suyas con la variedad de maíz Tuxpeño-1 con la misma población de plantas.

Si no es absoluta la tendencia manifestada por Lepíz (19) y Willey (38) de que, en asociación maíz-frijol, a mayor población corresponde mayor rendimiento, por lo menos con las variedades de bajo crecimiento empleadas en este experimento, este hallazgo es evidente. La cantidad de grano obtenido por cultivo bajo el efecto del tratamiento T5R2 (Tuxpeño-1 a 50.000 pl/ha + 27-R a 200.000 pl/ha) es superior a la de cualquier otra asociación estudiada en este experimento (cuadro 2).

5.3 Uso Equivalente de la tierra

La prueba de Duncan 5% aplicada para la separación de las medias en el U.E.T. reveló poca diferencia entre las asociaciones que fueron todas, salvo 4, estadísticamente significativas sobre los monocultivos utilizados como testigos. Por consiguiente, se dedujo muy satisfactorio el uso de la tierra por el sistema asociado maíz-frijol en comparación al monocultivo en la producción de alimentos.

5.4 Margen bruto

Los valores superiores de esta variable se obtuvieron con las asociaciones del maíz "var. Tuxpeño-1" y del frijol "var. 27-R" con una tendencia de mejor resultado a mayor densidad poblacional de estos cultivos de bajo crecimiento. De hecho, los ingresos resultantes de la asociación 50.000 pl/ha de maíz y 200.00 pl/ha de frijol de estas variedades fueron significativos sobre los de los monocultivos del mismo frijol. Se observó también buen resultado de la intercalación de 40.000 pl/ha del maíz Eladio Hernández y 200.000 pl/ha de frijol 27-R.

Al estudiar los márgenes brutos de cada sistema del experimento, se pueden ver que no siempre las asociaciones de cultivos producen mejores ingresos, todo depende del potencial genético de las variedades, de la presión poblacional a la cual ellas pueden responder y de los precios de venta de las cosechas que varían tanto con los países de producción como con los gustos de los pueblos.

5.5 Eficiencia del margen bruto

Los mayores índices de eficiencia resultaron del frijol arbustivo, "var. 27-R" en monocultivo aunque no hubiera diferencia significativa con el del sistema asociado de este frijol con el maíz Tuxpeño-1 (T5R2).

Al considerar el ciclo vegetativo de esta leguminosa ya mencionada, su rendimiento de grano y su precio en el mercado local, convendría sembrarla sola. Sin embargo, las condiciones ambientales, los problemas biológicos de competencia y de parasitismo no permitirían su cultivo continuamente sobre un mismo terreno en las condiciones climáticas de Turrialba.

5.6 Componentes nutricionales

Los análisis de laboratorio de proteínas, grasas y carbohidratos hechos a base de materia seca revelaron porcentajes que no se desviaron del rango generalmente aceptado para estas especies de cultivos utilizadas en este trabajo (18).

6. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

1. La presión poblacional óptima a usar para una producción adecuada de alimentos varía con el potencial genético de las variedades tanto en monocultivo como en cultivo asociado.
2. El maíz en asociación produce más con alta población de la variedad de frijol arbustivo que con la de enredadera o de guía, aunque no haya diferencia significativa en algunos casos.
3. El frijol trepador en asociación tiende a rendir más cuando se lo cultiva con el maíz de alto crecimiento mientras que el frijol arbustivo tiende a producir más con el maíz de bajo crecimiento.
4. Las variedades de maíz y frijol de bajo crecimiento ofrecen un mayor potencial de producción tanto en monocultivo como en cultivo asociado debido a su gran capacidad para responder a una mayor población de plantas por hectárea.
5. El cultivo asociado del maíz Tuxpeño-1 y del frijol 27-R, ambos de bajo crecimiento, produce con altas poblaciones de plantas el mejor margen bruto económico.

7. RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en el campo experimental del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, en suelos de la serie Instituto arcilloso fase normal (Inceptisol, Typic Distropepts). El período de investigación se ubicó entre los meses de Diciembre 1974 a Mayo 1975.

Los objetivos de este experimento consistieron en la evaluación de los efectos de hábito de crecimiento y de población de plantas sobre la producción de grano y el margen bruto económico en cultivo asociado de maíz (Zea mays. L) var. Eladio Hernández de porte alto y var. Tuxpeño-1 de porte bajo y de frijol común (Phaseolus vulgaris. L) var. CATIE-1 de crecimiento indeterminado y var. 27-R, frijol arbustivo de bajo crecimiento.

Se compararon asociaciones de poblaciones de estas dos especies resultadas de las distintas combinaciones de 4 densidades de plantas y dos tipos de crecimiento, incluyéndose los monocultivos como testigos respectivos. Se formaron así 24 tratamientos que fueron repartidos en un diseño experimental, tipo bloques completos randomizados (B.C.R.) con 4 repeticiones.

De los resultados obtenidos se concluyó lo siguiente: La presión poblacional óptima a usar para una producción adecuada de alimentos varía con el potencial genético de las variedades tanto en monocultivo como en cultivo asociado.

El maíz en asociación produce más con alta población de la variedad de frijol arbustivo que con la de enredadera o de guía, aunque no haya diferencia significativa en algunos casos.

El frijol trepador en asociación tiende a rendir más cuando se lo cultiva con el maíz de alto crecimiento mientras que el frijol arbustivo tiende a producir más con el maíz de bajo crecimiento.

Las variedades de maíz y frijol de bajo crecimiento ofrecen un mayor potencial de producción tanto en monocultivo como en cultivo asociado debido a su gran capacidad para responder a un mayor número de plantas por hectárea.

El cultivo asociado del maíz Tuxpeño-1 y del frijol 27-R, ambos de bajo crecimiento, produce con altas poblaciones de plantas el mejor margen bruto económico.

7a. SUMMARY

This trial was carried out in the experimental area of CATIE's[†] Tropical Crops and Soils Department, in Turrialba, Costa Rica, on a clay soil (Institute series, Inceptisol, Typic Distropepts), from December 1974 to May 1975.

The objectives of the experiment were to evaluate the effect of morphological growth type and plant population on grain production and gross profit per hectare of pure cropping and mixed cropping of maize (Zea mays. L) Var. Eladio Hernández high growing maize and Var. Tuxpeño-1 low growing maize and common bean (Phaseolus vulgaris. L) Var. CATIE-1 polebean and Var. 27-R bush bean.

Comparisons were made among associations of plant populations of these two species, resulting from different combinations of 4 plant densities and the two types of growth, including pure croppings as check. There were thus 24 treatments which were distributed in a randomized block design, with 4 replications.

From the results obtained, it follows that:

The optimum population pressure to be used for an adequate food production changes with the genetic potential of plant varieties, in pure cropping as in mixed cropping.

Maize in association produces more with the high population of bush bean variety than the high population of pole bean variety,

† Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

although there was no significant difference among maize yields in some cases.

The pole bean in association tends to yield more with the high growing maize, whereas the bush bean tends to produce more with the low growing maize.

The low growing maize and the bush bean offer a larger production potential in both pure or mixed cropping, due to their capacity to respond to a larger plant population.

The mixed cropping of low growing maize and bush bean, at the highest plant population for both crops, produce the best gross profit.

7t. RESUME

L'essai se réalisa dans la station expérimentale du Département des Cultures et des Sols Tropicaux du Centre Agronomique Tropical d'Investigation et d'Enseignement (CATIE), à Turrialba, Costa Rica, sur les sols de la série "Institut argileux" phase normale (Inceptisol, Typic Distropepts). La période d'investigation s'étendit de Décembre 1974 à Mai 1975.

Les objectifs de cette expérimentation consistèrent dans l'évaluation des effets de type de croissance et de population des plantes sur la production des graines et la marge brute économique en monoculture et en culture associée de maïs (Zea mays. L) Var. Eladio Hernández de plante haute et Var. Tuxpeño-1 de plante basse et d'haricot (Phaseolus vulgaris. L) Var. CATIE-1 de forme grimpante et Var. 27-R de forme arbustive.

On compara des associations de populations de ces deux espèces dérivées des différents combinaisons de 4 densités de plantes et deux types de croissance tout en incluant les monocultures comme témoins respectifs. On forma ainsi 24 traitements qui furent répartis dans un croquis de champ, type des blocs complètement randomisés (B.C.R.) avec 4 répétitions.

À partir des résultats obtenus, on a abouti aux conclusions suivantes:

La densité optimum de semis à employer pour une production adéquate d'aliments varie avec le potentiel génétique des variétés, en

monoculture comme en culture associée.

Le maïs en association avec la variété d'haricot arbustif produit une meilleure récolte à grande population des plantes qu'avec celle de forme grimpante bien qu'il n'y ait pas de différence significative dans certains cas.

L'haricot grimpant en association tend à mieux produire quand il est cultivé avec le maïs de grande croissance, tandis que l'haricot arbustif mieux avec le maïs bas.

Les variétés de maïs et de pois commun de hauteur moyenne offrent un plus grand potentiel de production en monoculture comme en culture associée grâce à une plus grande population de plantes par hectare.

La culture associée du maïs Tuxpeño-1 et du pois 27-R. tous deux de hauteur moyenne, produit à populations élevées la meilleure marge brute économique.

8. LITERATURA REVISADA

1. ALVIM, R. y ALVIM, P de T. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento de energia luminosa pelo feijão (Phaseolus vulgaris. L) en culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba 19(3):389-393. 1969
2. BANCO CREDITO AGRICOLA DE CARTAGO. Manual de costos básicos de actividades agropecuarias. Cartago - Costa Rica. 1973.
3. BARRIOS, A. y ORTEGA, Y., S. Población y rendimiento por hectárea en siembra de caraota negra (Phaseolus vulgaris. L) bajo condiciones de riego y secano. Agron. Trop. Venezuela 22(4):391-396. 1972 (trop. Abst. 28 (11):2778. 1973).
4. BASTIDAS, G., CAMACHO, L. H. y OROZCO, H. Investigación sobre distancias de siembra del frijol (Phaseolus vulgaris. L) en Colombia. In Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 17ª Reunión Anual, Panamá 1971. Documento de Discusión. Panamá. 1971. 10 p.
5. BATEMAN, J. V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Centro Regional de ayuda Técnica. AID. México/Buenos Aires. 1970. 468 p.
6. BAZAN, R., SORIA, J., PAEZ, G., PINCHINAT, A., y MATEO, N. Desarrollo de sistemas de producción agrícola, una necesidad para el trópico. CATIE. FITO. 1974. (Mimeog.)
7. BLANCO, A, C. A. Estudio sobre algunos métodos culturales en frijol (Phaseolus vulgaris. L) Facultad de Agronomía. San José, Costa Rica. 1964. 45 p.
8. BOYNTON, D. Systems of agricultural production for small farmers in Central América. In Conferencia sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, 1974. Informe final. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. Apéndice F₁ pp 1-4.
9. BRANDES, D. Efeitos de população de plantas e da época no crescimento do feijoeiro (Phaseolus vulgaris. L) Mudanças morfológicas e produção de matéria seca. Experientiae 14(1):1-49. 1972 (Trop. Abst. 28(4):987. 1973).
10. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT) 5ª Reunión Anual del Plan Puebla. In Informe Anual del CIMMYT 1972. pp 140-144.

11. FAYEMI, A. A. Effect of plant population and spacing of the yield of Maize in the humid tropics. *Emp. J. Exp. Agr.* 31(124):371-375. 1963.
12. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Production Yearbook*. Roma. F.A.O. 1973. v. 27 p 50 and 102.
13. FUENTES, O. A. Efecto de 15 leguminosas en un experimento de siembras intercaladas con maíz. In Reunión Centroamericana sobre el Mejoramiento del maíz, 1^a, Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. pp 398-403.
14. HERNANDEZ, F. y PAEZ, G. Relación de la densidad especial de siembra con producción de frijol. In Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de cultivos Alimenticios, 17^a Reunión Anual, Panamá 1971. 6 p.
15. HILDEBRAND, P. E. y FRENCH, E. C. Un sistema salvadoreño de multicultivos: su potencial y sus problemas. In Conferencia sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. Apéndice F₁ pp 1-26.
16. _____ . Conceptos de sistemas. In Curso intensivo sobre sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Feb. 1975.
17. HOLDRIGE, L. R. Ecological indications of the need for a new approach to tropical land use. *Ecom. Bot.* 13(4):271-280. 1959.
18. INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Caracas, Venezuela. 1964. 40 p.
19. LEPIZ, I. R. Asociación de cultivos maíz-frijol. *Agr. Téc.* Méx. 3(3):98-101. 1971.
20. LINTON, S. C. Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación de maíz y frijol realizado en el campo experimental El Horco, Chapingo, México. 1948.
21. LOMA, I. L. DE LA. Cultivo entre líneas de maíz; razón de ser y modo más eficaz de realizarlo. *Tierra (México)* 5(5):273-275, 315. 1950
22. MANCINI, M. S. y CASTILLO, D., M. A. Observaciones sobre ensayos preliminares en cultivo asociado de frijol de enredadera y maíz. *Agr. Trop. (Colombia)* 16(3):161-166. 1960.

23. MENDEZ A., J. L. Máximos rendimientos de maíz dependen de población fijada por el plantador. *Hacienda* 59(9):42-43. 1964.
24. MORENO R., O. TURRENT F., A y NUÑEZ E., R. Las asociaciones de maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores de Plan Puebla. *Agrociencia* (14):103+117. 1973.
25. NICOL, H. Mixed cropping in primitive agriculture. *Emp. J. Exp. Agr.* 3:189-195. 1935.
26. NORDEN, A. J. Response of corn (Zea mays. L) to population bed height and genotypes on poorly drained sandy soil to growth and root relationships. *Agron. J.* 58:299-302. 1966.
27. PEREZ PEREZ, N. R. Estudios de varias densidades de siembra del frijol (Phaseolus vulgaris. L). *Noticias Agrícolas Servicio Shell para el Agricultor*. Shell S.A., Venezuela. 1969. 17 p (F.C.A. 25:2134. 1972).
28. PEREZ, R., BUSTOS, I e VIOLIC, A. Efectos de densidad de planta sobre el rendimiento y algunos de sus componentes en las variedades Tuxpeño crema-1 planta baja y Tuxpeño braquitico-2 de maíz (Zea mays. L) El Batán, Texcoco, México (CIMMYT). 1972. 9 p (Mimeog.).
29. PINCHINAT, A. M. Rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris. L) según la densidad y distribución espacial de siembra. *Turrialba* 24:173-175. 1974.
30. _____, SORIA V., J. and FAZAN, R. Multiple cropping in Tropical America. Paper presented at the Annual Meeting of the American Society of Agronomy. Knoxville, Tenn. August 24-30, 1975. 18 p.
31. PLATERO H., O. Análisis de rendimientos de grano y económico de las asociaciones maíz-frijol en la región Este del Valle de México. *In* Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 21ª Reunión Anual, San Salvador 1975. v. I. San Salvador, El Salvador, C.A. 1975. pp 337-353.
32. ROSSMAN, E. C. y COOK, E. L. Soil preparation and date, rate and pattern of planting. *In* Pierre, W.H., Aldrich and Martin, W.P. *Advance in corn production; principles and practices*. Ames, Iowa State University Press. pp 53-101. 1966.

33. SALAS, F., C.A. Efecto de las distancias, densidades de siembra y fertilización en el rendimiento del maíz. *Agricultor Costarricense* 28(9):317-320. 1970.
34. SANABRIA de MOJICA, E. Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en asociación Frijol-Maíz cultivada en solución nutritiva. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1975. 63 p.
35. STEEL, R. G. D. and TORRIE, J. H. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw. Hill Book. Co., Inc., New York 1960.
36. TOSI, J. A. Jr. Mapa ecológico de la República de Costa Rica según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdrige. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 1969.
37. VILORIA, L. P. and RIZAL, V. P. A study of a glutinous corn as affected by the distance and number of plants per hill. Thesis. B.S. Institute of Agr. Araneta University. Philippines Abstract 5(4):434. 1964.
38. WILLEY, R. W. and OSIRU, D. S. O. Studies on mixtures of maize and beans (Phaseolus vulgaris L) with particular reference to plant population. *J. of Agr. Sci.* 79:517-529. 1972.

APENDICE

Cuadro A-1. Estimación de los costos variables en colones por hectárea de los cultivos en monocultivo y asociación. ^{1/}

Clave de tratamiento	C.V. (¢/ha)
H5	2772,48
H4	2557,39
T5	2772,48
T4	2557,39
N2	3195,22
N1	2841,03
R2	3587,66
R1	3026,74
H5N2	4387,29
H5N1	4033,10
H5R2	4779,73
H5R1	4218,81
H4N2	4172,22
H4N1	3818,03
H4R2	4564,66
H4R1	4003,74
T5N2	4387,66
T5N1	4033,10
T5R2	4779,73
T5R1	4218,81
T4N2	4172,22
T4N1	3818,03
T4R2	4564,66
T4R1	4003,74

^{1/} Los costos variables de los cultivos asociados no son sumas fieles de costos variables de producción del maíz y del frijol puesto que ciertos insumos son comunes, tales como: Cantidad de fertilizantes, los precios de preparación del terreno y de control de malezas.

Cuadro A-2. Cuadrados medios de Rendimiento de grano de los cultivos.

F.V.	C U A D R A D O M E D I O				
	MAIZ		FRIJOL		
	G.L.	E. Hernández	Tuxpeño-1	CATIE	27-R
Repeticiones	3	339.686	1.671.784 ₠	25.727	46.136
Tratamientos	9	911.541 ₠	1.346.172 ₠	228.818 ₠	478.584 ₠
Error exp.	27	402.991	473.536	44.930	43.580
Total	39				

₠ Significativo al 5% ₠ Significativo al 1%

Cuadro A-3. Cuadrados medios del U.E.T., del Margen bruto y del Indice de Eficiencia del Margen bruto.

F.V.	C U A D R A D O M E D I O			
	G.L.	U.E.T.	Margen bruto	Indice de Ef.
	Repeticiones	3	0,21	2.310.380
Tratamientos	23	0,25 ₠	12.711.022 ₠	1.120 ₠
Error Exp.	69	0,06	2.276.861	129
Total	95			

₠ Significativo al 1%