

D. L.  
01  
T(508)  
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION AGRONOMICA DEL SISTEMA CANA DE AZUCAR

(*Saccharum Officinarum* L.) ASOCIADO CON LEGUMINOSAS

DE GRANO FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.)

CAUPI (*Vigna unguiculata* Walp.) Y SOYA (*Glycine max* L.)



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, AGOSTO DE 1984.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

*Dr. Eduardo Meyer Maldonado*

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

DECANO:	<i>Ing. Agr. César A. Castañeda S.</i>
VOCAL 1o.:	<i>Ing. Agr. Oscar R. Leiva Ruano.</i>
VOCAL 2o.:	<i>Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.</i>
VOCAL 3o.:	<i>Ing. Agr. Rolando Lara Alecio.</i>
VOCAL 4o.:	<i>Prof. Heber Arana.</i>
VOCAL 5o.:	<i>Prof. Leonel Gómez Leonardo.</i>
SECRETARIO:	<i>Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma.</i>

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO:	<i>Dr. Antonio A. Sandoval S.</i>
EXAMINADOR:	<i>Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.</i>
EXAMINADOR:	<i>Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma.</i>
EXAMINADOR:	<i>Ing. Agr. Mario Raúl Morales Silva.</i>
SECRETARIO:	<i>Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.</i>



Referencia .....
Año .....
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

9 de agosto de 1984

Ingeniero  
César A. Castañeda S.  
Decano Facultad de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento que, atendiendo a la designación que me hiciera ese Decanato, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis del estudiante SAME IVAN MALDONADO MUÑOZ, carnet No. 78-02736, titulado "Evaluación agronómica del sistema de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) asociado con leguminosas de grano, frijol común (Phaseolus vulgaris L.), caupi (Vigna unguiculata Walp.) y soya (Glycine max. L.).

Considero que el presente trabajo reúne todos los requisitos exigidos para su aprobación, por lo que me complace comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, le reitero mis muestras de consideración y respeto.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. MSc. Edgar A. Martínez Tambito  
Instituto de Investigaciones Agronómicas

EAMT/tdev.

Guatemala, 9 agosto de 1984

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION AGRONOMICA DEL SISTEMA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) ASOCIADO CON LEGUMINOSAS DE GRANO, FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.), CAUPI (*Vigna unguiculata* Walp.) Y SOYA (*Glycine max* L.).

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo de ustedes, atentamente,

  
Same Iván Maldonado Muñoz

## ACTO QUE DEDICO

**A DIOS:**

**A MIS PADRES:**

*Arturo Maldonado Estrada (QEPD)  
María T. Muñoz Vda. de Maldonado.*

**A MIS HERMANOS:**

*Héctor Adán Maldonado (QEPD)  
Oscar Arturo Maldonado.  
Sonia J. Maldonado de Cojulún.*

**A MI CUÑADA:**

*Jeannette Estrada de Maldonado.*

**A MIS SOBRINOS:**

*Allan Estuardo.  
Lesli Carol.  
Ana Ligia.  
Claudia Jeannette.  
Oscar Arturo.  
María Esther.*

**A MIS ABUELITOS:**

*Ricardo Muñoz Mejía (QEPD).  
Marta Caminade de Muñoz (QEPD).*

**A LAS FAMILIAS:**

*Muñoz Colop.  
Muñoz Rojas.  
Vallejo Muñoz.  
Muñoz López.  
Muñoz Chacón.  
García Muñoz.*

**A MI TIA:**

*Yolanda Gomar Muñoz.*

**A MIS AMIGOS:**

*Fernando Barneond.  
Oscar Meléndez.  
Hugo Estrada.  
Eduardo Díaz.  
Alvaro Orellana.*

## *TESIS QUE DEDICO*

- A: Mi patria Guatemala.*
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala.*
- A: La Facultad de Agronomía.*
- A: El Instituto de Investigaciones Agronómicas.*
- A: El Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*El autor desea expresar su sincero agradecimiento:*

- A la Administración del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, por el apoyo brindado, en especial a mi asesor y amigo Ing. Agr. Edgar A. Martínez T.*
- Al Ing. Agr. Eduardo A. López Cabrera por su valiosa colaboración en la realización de esta tesis.*
- Al personal de campo del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente estudio.*
- Al personal de laboratorio del Ingenio Palo Gordo S. A., por la colaboración brindada en los análisis del jugo de caña de azúcar.*

## C O N T E N I D O

	PAGINA
LISTA DE CUADROS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiv
1. INTRODUCCION .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
3. HIPOTESIS .....	3
4. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	4
4.1    Sistemas de cultivo .....	4
4.2    Componentes del agroecosistema .....	4
4.2.1    Malezas .....	4
4.2.2    Plagas .....	5
4.2.3    Enfermedades .....	5
4.2.4    Suelos .....	6
4.3    Caña de azúcar asociada con otros cultivos .....	6
5. MATERIALES Y METODOS .....	8
5.1    Localización y descripción del sitio experimental .....	8
5.2    Condiciones climáticas .....	8
5.3    Condición de suelos .....	8
5.4    Cultivos seleccionados .....	8
5.5    Tratamientos .....	9
5.6    Distancias y densidades de siembra .....	10
5.7    Arreglos espaciales .....	10
5.8    Fertilización, Epoca y Forma de aplicación .....	10
5.9    Técnica experimental de campo .....	11
5.9.1    Tamaño de la parcela .....	11



5.9.2	Diseño experimental .....	11
5.10	Manejo del ensayo .....	11
5.10.1	Siembra .....	11
5.10.2	Control de malezas .....	11
5.10.3	Control de plagas y enfermedades .....	11
5.10.4	Cosecha .....	15
5.11	Evaluaciones .....	15
5.11.1	Rendimiento y sus componentes .....	15
5.11.2	Análisis de crecimiento .....	15
5.11.2.1	Area foliar .....	15
5.11.2.2	Indice de área foliar (IAF) .....	16
5.12	Análisis estadístico .....	16
5.13	Análisis de la información .....	17
5.13.1	Indice de uso equivalente de la Tierra (UET) .....	17
5.13.2	Indice de relación equivalente de área-tiempo (REAT) .....	18
5.13.3	Indicadores económicos .....	18
5.13.3.1	Ingreso neto (IN) .....	18
5.13.3.2	Ingreso familiar en efectivo (IFE) .....	19
6.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	20
6.1	Condiciones de clima y suelo .....	20
6.2	Rendimiento de los cultivos .....	21
6.2.1	Caña de azúcar .....	21
6.2.2	Azúcar .....	24
6.2.3	Anuales .....	26
6.3	Uso equivalente de tierra (UET) e índice de relación equivalente de área-tiempo (REAT) .....	28
6.4	Indicadores económicos .....	28
6.4.1	Ingreso neto (IN) e Ingreso familiar en efectivo (IFE) .....	28

7.	CONCLUSIONES .....	31
8.	RECOMENDACIONES .....	32
9.	BIBLIOGRAFIA .....	33
10.	APENDICE .....	36

## LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO

<i>Número</i>		<i>Página</i>
1	Sistemas de cultivos asociados con caña de azúcar .....	9
2	Precipitación y temperatura media registradas durante el período experimental (mayo 1983 a febrero 1984) .....	21
3	Análisis químico del suelo donde se instalaron los diferentes sistemas de cultivo .....	21
4	Rendimiento (ton/ha) promedio de tres repeticiones de caña de azúcar y azúcar en diferentes sistemas de caña asociada con cultivos anuales .	23
5	Uso equivalente de la tierra (UET), Índice de relación equivalente de área-tiempo (REAT), Área foliar (AF), e Índice de área foliar (IAF) en tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar .....	25
6	Rendimiento promedio de tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociado con caña de azúcar .....	26
7	Rendimiento (Kg/ha) promedio de tres repeticiones de segunda y tercera siembra de frijol, caupi y soya en monocultivo .....	27
8	Ingreso neto (IN) e ingreso familiar en efectivo (IFE) en tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar .....	29

*LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO*

<i>Número</i>		<i>Página</i>
1	<i>Arreglos espaciales de los diferentes sistemas de cultivo . . . . .</i>	12
2	<i>Arreglos cronológicos de los diferentes sistemas de cultivo . . . . .</i>	13
3	<i>Tamaño de la unidad experimental y la parcela útil en los sistemas de cultivo . . . . .</i>	14 14

## LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

<i>Número</i>		<i>Página</i>
1A	<i>Análisis de varianza para el rendimiento de caña de azúcar en peso (ton/ha) para los diferentes sistemas de cultivo .....</i>	<i>36</i>
2A	<i>Análisis de varianza para el rendimiento de azúcar (ton/ha) para los diferentes sistemas de cultivo .....</i>	<i>36</i>
3A	<i>Análisis de varianza para rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña para los diferentes sistemas de cultivo .....</i>	<i>37</i>
4A	<i>Análisis de varianza para el rendimiento (Kg/ha) de las leguminosas en los diferentes sistemas de cultivo .....</i>	<i>37</i>
5A	<i>Componentes del rendimiento para los diferntes sistemas de cultivos ..</i>	<i>38</i>
6A	<i>Componentes del jugo de caña utilizados para el análisis de calidad de la caña de azúcar .....</i>	<i>39</i>

## **RESUMEN:**

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, localizado en el municipio de San Miguel Panam, Suchitepéquez.

El objetivo principal fue evaluar el efecto competitivo de los cultivos anuales sobre el rendimiento de la caña de azúcar.

Se evaluaron 9 sistemas de cultivos: Frijol suchitán, frijol tamazulapa, caupi black-eye, caupi pink-eye y soya asociada con caña de azúcar y frijol suchitán, caupi black-eye, soya y caña de azúcar en monocultivo; los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en un diseño de bloques al azar repetido 3 veces.

Se realizaron análisis de varianza y prueba entre promedios para las variables rendimiento en peso y azúcar y kg de grano/ha para los cultivos anuales.

De acuerdo con los resultados, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos para las variables rendimiento de caña de azúcar (ton/ha) y azúcar (lbs/ton de caña); sin embargo, el máximo rendimiento se obtuvo cuando la caña de azúcar se asoció con frijol tamazulapa, produciendo 7 ton/ha más que la caña en monocultivo.

En cuanto a los cultivos anuales se encontró diferencias significativas entre tratamientos para la variable rendimiento de grano. El mayor rendimiento se obtuvo cuando el caupi black-eye se sembró en monocultivo.

El rendimiento de frijol suchitán asociado con caña de azúcar superó en 60 kg de grano/ha a su respectivo monocultivo.

Los cultivos asociados con caña de azúcar fueron más eficientes en el uso de la tierra

que los monocultivos, presentando el sistema de caña de azúcar asociada con frijol suchitán el valor más alto de UET, que fué de 2.20.

Desde el punto de vista económico, el ingreso neto del sistema de caña de azúcar con caupi black-eye superó en Q.533/ha al monocultivo de caña de azúcar.

## 1. INTRODUCCION:

*La caña de azúcar es una de las especies cultivadas con mayor capacidad de producción de materia orgánica, y de mayor importancia económica para la agricultura tropical de Guatemala, por constituir uno de los cultivos de agroexportación.*

*Dentro de una nueva perspectiva de la investigación agrícola, el potencial de los cultivos asociados ha sido objeto de minuciosos estudios, considerándose como una alternativa para el pequeño y mediano agricultor por sus beneficios sobre el control de plagas, malezas y enfermedades. Se ha determinado también, que las asociaciones de cultivos disminuyen los riegos respecto a los monocultivos y constituyen una fuente de ingresos para el agricultor.*

*Las asociaciones de caña de azúcar con cultivos anuales constituyen una alternativa económica para el mediano y pequeño cañicultor Guatemalteco, debido a que durante los últimos años, los precios del azúcar han disminuído significativamente en el mercado internacional; y como se sabe los precios del azúcar y de otros productos de agroexportación, dependen de la oferta y la demanda del mercado internacional.*

*Actualmente, se carece de programas de investigación que presenten alternativas económicas para el pequeño y mediano cañicultor de Guatemala, razón por la cual se propone el presente trabajo de investigación, el cual se encuentra enmarcado dentro del programa de investigación de sistemas de cultivos asociados con caña de azúcar que actualmente está realizando el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá.*



## 2. **OBJETIVOS:**

*Los objetivos del trabajo de investigación son:*

- 2.1 *Evaluar el efecto competitivo de los cultivos anuales sobre el rendimiento de la caña de azúcar.*
- 2.2 *Presentar los sistemas de cultivos asociados como una alternativa económica para el mediano y pequeño cañicultor de Guatemala.*

3. **HIPOTESIS:**

*H<sub>01</sub> : Si asociamos cultivos anuales con caña de azúcar, el rendimiento de la caña no disminuye en relación a su monocultivo.*

*H<sub>02</sub> : El asociar cultivos anuales con caña de azúcar incrementa el ingreso económico del pequeño cañicultor.*

#### 4. REVISION DE LITERATURA:

##### 4.1 *Sistemas de Cultivo:*

Un sistema de producción de cultivos, es el conjunto de actividades que se realizan y materiales que se usan (manejo) para un cultivo o un conjunto de ellos (arreglo de cultivos) que convierten los recursos de un ambiente en productos para satisfacer una necesidad (16).

La investigación en sistemas de producción de cultivos es una actividad organizada cuyo propósito final es mejorar el desempeño del sistema que se está investigando; el predominio de éstos en una región geográfica dada, es la resultante de la interacción entre factores ambientales de tipo físico, biológico y de tipo socio-económico característicos de esa área dada en particular (16, 17).

Los sistemas de cultivos como cualquier otro sistema tienen características asociadas con el arreglo de sus componentes; es decir, con sus arreglos espaciales y cronológicos de poblaciones de cultivos y sus respectivas entradas tales como: agua, nutrimentos, energía solar y otros (12).

##### 4.2 *Componentes del Agroecosistema:*

###### 4.2.1 *Malezas:*

Las malezas están clasificadas como uno de los factores que limitan considerablemente los rendimientos de los cultivos y son las que más contribuyen al aumento de los costos de producción en la mayoría de los agroecosistemas del trópico húmedo (6).

Se ha comprobado que los sistemas asociados reducen la incidencia de malezas al suministrar mayor cobertura al suelo (6, 8). Pene y Sze citados por Brenes (6) encontraron en Trinidad que asociando la caña de azúcar con soya y maní se reducía la producción de malezas de 3.3 a 1.57 ton/ha en monocultivo y asociado con soya respectivamente (6).

#### 4.2.2 Plagas:

Las plagas insectiles y la contaminación ambiental han sido otros problemas que han preocupado a los investigadores agrícolas y a los agricultores, lo cual les ha llevado a la búsqueda de alternativas de manejo de plagas que reduzcan el uso excesivo de pesticidas. Debido a lo anterior, ecólogos y agrónomos han sugerido los cultivos asociados como una alternativa para el manejo de las plagas (24).

Existen varias razones teóricas las cuales explican porqué las plagas insectiles pueden ser menos numerosas en cultivos asociados que en monocultivo. En cultivos asociados hay mayor cantidad de fuentes alimenticias de néctar y polen para los adultos de insectos depredadores y parásitos; además, existe un ambiente químico (el olor de las plantas) y un ambiente físico (sombra, viento y la forma del campo) que hace difícil que los insectos encuentren su hospedante, y aumenta la posibilidad de que lo abandone una vez que lo encuentre (24).

#### 4.2.3 Enfermedades:

Las enfermedades dentro del agroecosistema también son importantes porque sus agentes causantes pueden diseminarse entre los individuos que integran el sistema de cultivos, disminuyendo la calidad y cantidad de la biomasa comercial (19).

Los cultivos asociados han sido utilizados para disminuir la incidencia de enfermedades como resultado de un proceso de filtración del patógeno. Mora y Moreno citados por Ortega (19) indican una disminución en la incidencia y severidad de roya del frijol respecto a sus monocultivos, debido probablemente a que los sistemas de cultivos asociados funcionan como barreras naturales al viento, el cual es el agente causante de la diseminación de las uredosporas (19).

#### 4.2.4 Suelos:

En las regiones tropicales a pesar de la "abundancia" de agua, radiación solar y nutrientes, se ha determinado que existe una fuerte competencia por los factores mencionados anteriormente; principalmente, en sistemas de cultivos múltiples (22).

Existe un consenso en que los cultivos asociados extraen más nutrientes del suelo que los monocultivos por unidad de superficie; sin embargo, la asociación de gramíneas con leguminosas poseen un valor beneficioso por todos conocidos como es el aporte al suelo del nitrógeno atmosférico fijado por las leguminosas.

La intercalación de gramíneas con leguminosas puede beneficiar en términos de crecimiento y absorción de nitrógeno a la gramínea si la especie de leguminosa no compite seriamente con la gramínea, como aquellos tolerantes a la sombra en las asociaciones. Gowda y Marlakulandai citados por Sánchez (22) indican que intercalando e incorporando *Crotolaria juncea* como abono verde en hileras de caña de azúcar se mejora la calidad del jugo de la caña y se incrementa el rendimiento tan alto como con una dosis de 168 kg de N/ha en forma de sulfato de amonio.

Pan y Lee (20) encontraron reducciones del 30/o en el rendimiento de caña de azúcar cuando ésta se asoció con soya.

#### 4.3 Caña de azúcar asociada con otros cultivos:

La caña de azúcar se ha asociado con una diversidad de cultivos entre los cuales se pueden citar: maíz, frijol, caupi, soya, arroz, sorgo, okra, cebolla, remolacha, algodón, tomate, chile, cebada, habas, berenjena, girasol y otros (3, 5, 6, 8, 9, 15, 18).

Los cultivos de caña intercalada permiten a los pequeños cañicultores a la obtención de ingresos económicos extras, siendo considerado este tipo de asociación como rentable (9, 15).

En la India, la caña asociada con maíz, resulto ser más remunerativa que la caña en monocultivo, aplicando a la vez 112 Kg de N/ha para reducir las pérdidas en el rendimiento de la caña (5).

En el cultivo de la caña de azúcar, generalmente se utilizan distancia de siembra grandes, éste espaciamento ha resultado provechoso en su asociación con cultivos anuales; asimismo, el crecimiento relativamente lento durante los primeros 3 ó 4 meses permite asociarla con leguminosas y otros cultivos de corta duración (14, 21).

Estudios sobre caña de azúcar asociada han revelado efectos debido a competencia interespecífica por factores. Nour *et al* (18) encontraron aumentos en el contenido de sacarosa y pureza del jugo cuando asociaron caña de azúcar con habas; el número de brotes y longitud de tallo, también han sido afectados en las asociaciones de caña comparado con los monocultivos (8).

El rendimiento de la caña de azúcar ha sido afectado ligeramente en sistemas asociados. Deshpande y Nankar (9) obtuvieron en caña asociada con caupi rendimientos de 92 ton de caña y 101 ton/ha en caña monocultivo. En Nueva Delhi (India), el rendimiento de la caña de azúcar fué afectado adversamente por la intercalación con frijol mungo y frijol caupi, sin embargo, se obtuvieron rendimientos de 350 – 430 kg de grano seco/ha (8). Asimismo, Bains, Dayanan y Singh (3) obtuvieron en 66 días de crecimiento 550 kg de frijol/ha en sistemas de caña de azúcar asociada con *Phaseolus radiatus*.

## 5. MATERIALES Y METODOS:

### 5.1 Localización y descripción del sitio experimental:

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Finca Bulbuxyá, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual se localiza a  $14^{\circ} 39' 39''$  Latitud Norte y  $91^{\circ} 22' 00''$  Longitud Este.

### 5.2 Condiciones Climáticas:

Las condiciones climáticas de acuerdo con la estación meteorológica tipo "C", el Carmen de Santa Bárbara Suchitepéquez\* son: Temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ , precipitación de 4192 mm y altitud de 325 m.s.n.m.; y de acuerdo con la estación meteorológica de la Finca Bulbuxyá\*\* son: Temperatura de:  $27^{\circ}\text{C}$  y precipitación de 3832.6 mm.

### 5.3 Condición del Suelo:

Los suelos en donde se instaló el ensayo están clasificados como Lithic Ustropepts de acuerdo con Flores ~~Acosta~~ (10)

### 5.4 Cultivos Seleccionados:

- a) Frijol Común: Las variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizadas fueron: Suchitán y Tamazulapa, ambas de color negro y de hábito determinado.
- b) Frijol Caupi: Las variedades de caupi (*Vigna unguiculata* Walp.) utilizadas fueron: Black-eye y Pink-eye, ambas de color crema y de hábito determinado.

---

\* Promedio de 10 años de registro.

\*\* Promedio de 1 año de registro.

- c) **Soya:** La variedad de soya (*Glycine max* L.) utilizada fué la Júpiter, de color crema y de hábito determinado.
- d) **Caña de Azúcar:** La variedad utilizada fué la CP 65-357 desarrollada en la estación experimental de Canal Point, Florida, USA. Esta variedad ha sido caracterizada por entrenudos de color verde, resistente a vientos fuertes, tardía en cuanto a floración y un sistema radicular profundo.

### 5.5 *Tratamientos:*

Los tratamientos consistieron en los diferentes sistemas de cultivos, tal como se ilustran en el cuadro 1.

*Cuadro 1: Sistemas de Cultivos asociados con caña de azúcar.*

<i>Tratamiento</i>	<i>Sistemas de Cultivos</i>	<i>Clave</i>
1	Caña de azúcar con frijol suchitán	C + Fs
2	Caña de azúcar con frijol tamazulapa	C + Ft
3	Frijol suchitán en monocultivo	Fs
4	Caña de azúcar con caupi black-eye	C + Cb
5	Caña de azúcar con caupi pink-eye	C + Cp
6	Caupi black-eye en monocultivo	Cb
7	Caña de azúcar con soya júpiter	C + Sj
8	Soya júpiter en monocultivo	Sj
9	Caña de azúcar en monocultivo	C



### 5.6 *Distancias y densidades de siembra:*

- a) *Frijol común:* En el sistema de frijol monocultivo la distancia dentro de surcos dobles fué de 0.5m y entre surcos dobles fué de 1.3m, colocándose 2 semillas por postura espaciadas 0.5m, lo cual dió una población de 42,000 plantas/ha. En el sistema de caña de azúcar asociada con frijol, la distancia entre el surco de frijol y caña fué de 0.65m (Fig. 1).
- b) *Frijol Caupi:* En el sistema de caupi en monocultivo, la distancia dentro de surcos triples fué de 0.5m y entre surcos triples fué de 0.8m, colocándose 2 semillas por postura, espaciadas 0.5m, lo cual dió una población de 63,000 plantas/ha. En el sistema de caña de azúcar asociada con caupi, la distancia entre el surco de caupi y caña de azúcar fue de 0.4m (Fig. 1).
- c) *Soya:* En el sistema de soya monocultivo la distancia de surcos dobles fue de 0.6m y entre surcos dobles fue de 1.2m, colocando una semilla por postura espaciada a 0.1m, lo cual dió una población de 100,000 plantas/ha. En el sistema de caña de azúcar asociada con soya, la distancia entre el surco de soya y caña de azúcar fué de 0.6m (Fig. 1).
- d) *Caña de azúcar:* La distancia entre hileras de siembra, fué de 1.8m (Fig. 1).

5.7 *Arreglos Espaciales:* Los arreglos espaciales de los diferentes sistemas de cultivo se ilustran en la Fig. 1.

### 5.8 *Fertilización, Epoca y Forma de aplicación:*

Los niveles de fertilización utilizados fueron: 100 - 80 - 100 kg de N, P<sub>205</sub> y K<sub>20</sub>/ha respectivamente, aplicando 1/3 del N y todo el P<sub>205</sub> y K<sub>20</sub> a los 8 días después de la siembra, y los otros 2/3 del N a los 30 días después de la siembra en banda lateral e incorporado al suelo.

## 5.9 *Técnica Experimental de Campo:*

### 5.9.1 *Tamaño de Parcela:*

Las unidades experimentales fueron de 80 m<sup>2</sup> (10X8m). La parcela útil fué de 33.6m<sup>2</sup> (8 X 4.2m), tanto para la caña de azúcar como para el cultivo anual (Fig. 3).

### 5.9.2 *Diseño Experimental:*

El diseño experimental utilizado fué el de bloques al azar con 3 repeticiones.

## 5.10 *Manejo del Ensayo:*

### 5.10.1 *Siembra:*

La siembra fué en forma simultánea; colocando doble semilla para asegurar la emergencia y luego entresacando a los diez días después de la siembra.

### 5.10.2 *Control de Malezas:*

Esta labor se hizo en forma manual, efectuando dos limpiezas en las leguminosas y cuatro en la caña de azúcar.

### 5.10.3 *Control de Plagas y Enfermedades:*

Para el control de plagas del suelo y del follaje en las leguminosas se aplicó el insecticida Carbofuran (Furadan\* 5G) al momento de la siembra a razón de 1.0 a 1.5 kg de i.a/ha, y para el control de las enfermedades se aplicaron los siguientes fungicidas: Mancoceb (Dithane M-45 \*) y Benomyl (Benlate\*) a razón de 1.6 a 2.0 kg de i.a/ha y 0.5 a 1.0 kg de i.a/ha respectivamente.

---

\* *Marca registrada del producto comercial.*

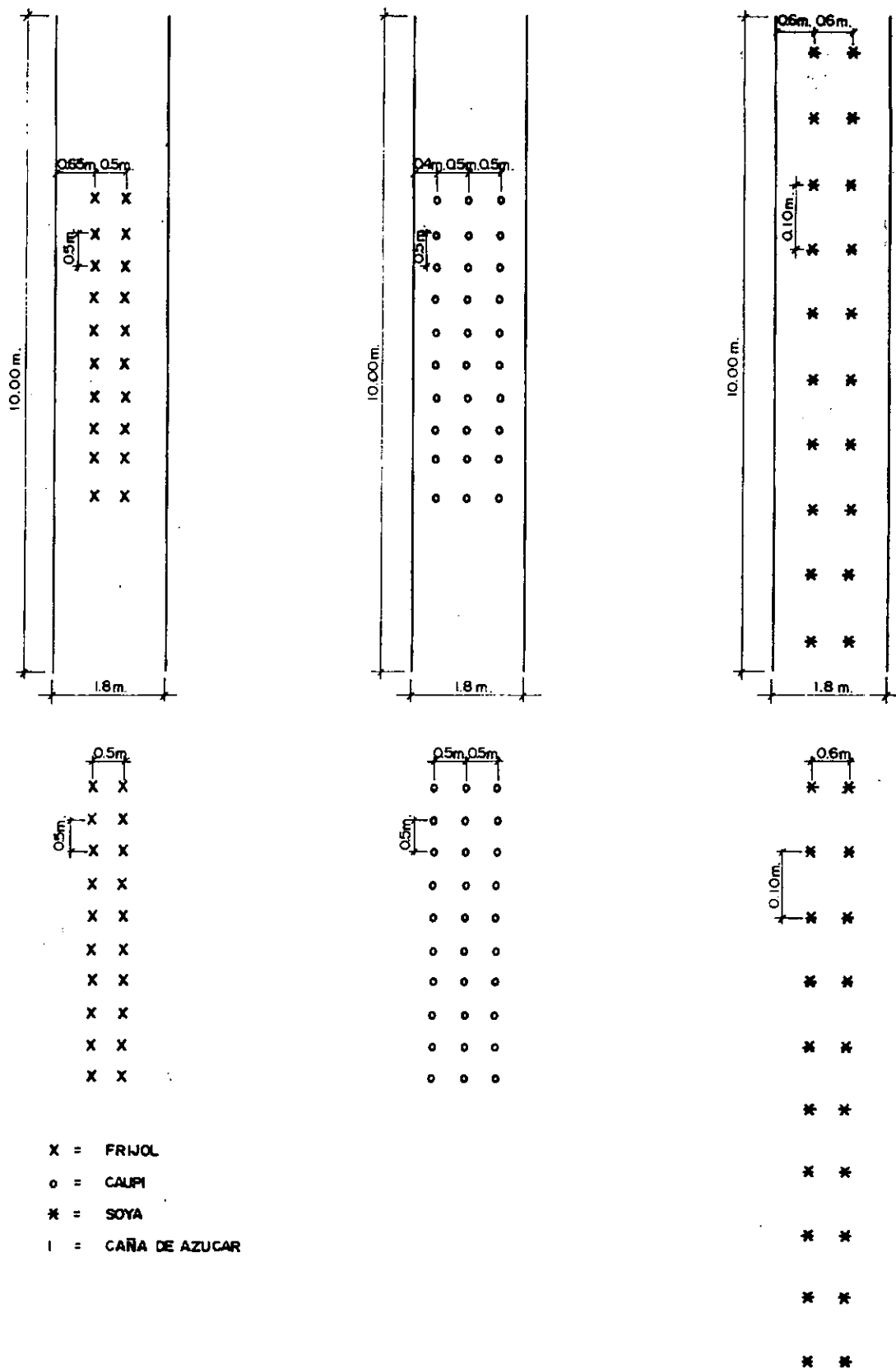


Fig. 1: Arreglos espaciales de los diferentes sistemas de cultivos. En el caso de caña de azúcar en monocultivo se elimina el cultivo anual.

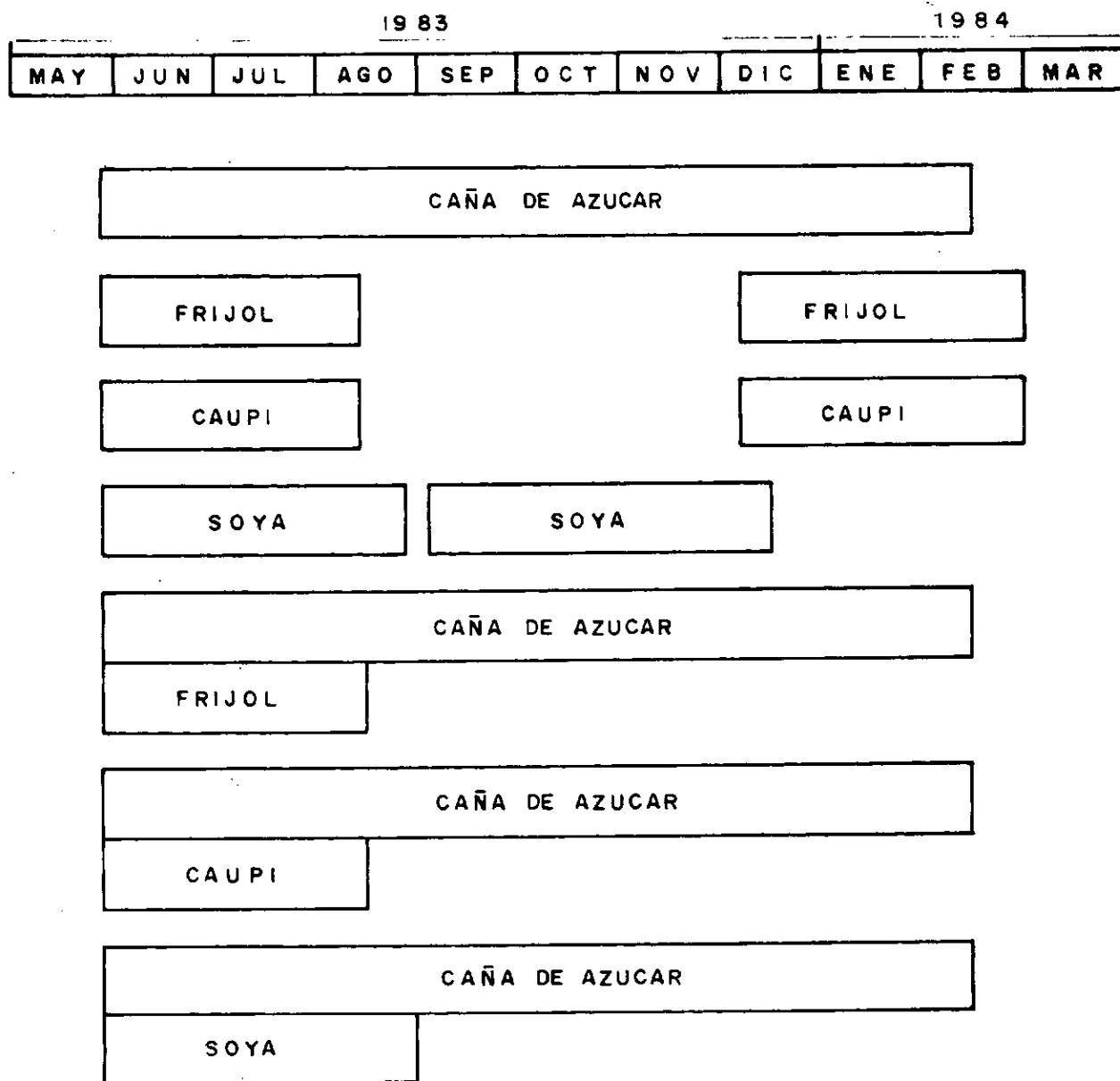


Fig. 2: Arreglos cronológicos de los diferentes sistemas de cultivos.

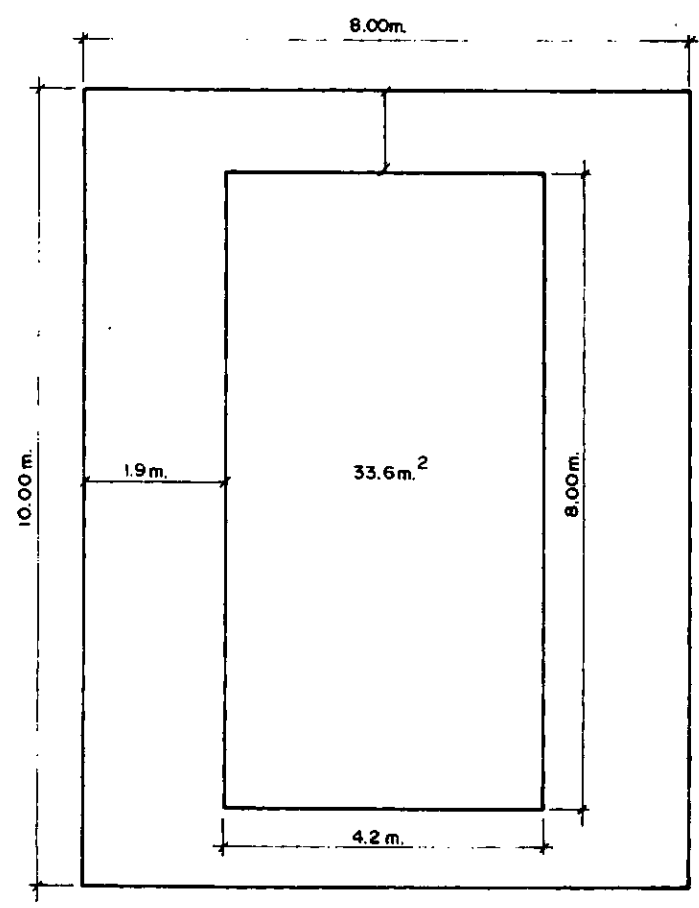


Fig. 3: Tamaño de la unidad experimental y la parcela útil en los sistemas de cultivo.

#### 5.10.4 Cosecha:

- a) Frijol común: El frijol se cosechó a los 78 días después de la siembra.
- b) Caupi: El caupi se cosechó a los 68 días después de la siembra. En la variedad de Caupi Pink-eye se tuvieron problemas en la cosecha, ya que la vaina era de color morado y al alcanzar su madurez fisiológica permanecía del mismo color dificultándose el momento óptimo del corte.
- c) Soya: La soya se cosechó a los 90 días después de la siembra.
- d) Caña de Azúcar: La caña de azúcar se cosechó a los 270 días después de la siembra.

#### 5.11 Evaluaciones:

##### 5.11.1 Rendimiento y sus componentes:

###### a) Cultivos anuales:

Se evaluó el rendimiento de grano en kg/ha y los componentes primarios del rendimiento: número de vainas por planta y número de semillas por vaina.

###### b) Caña de azúcar:

Se evaluó el rendimiento de caña (ton/ha) y azúcar (lbs/ton).

##### 5.11.2 Análisis de crecimiento:

###### 5.11.2.1 Área foliar:

Este dato se determinó en las leguminosas al momento de la floración, en la forma siguiente: se determinó primero el área foliar específica (AFE) o sea los  $dm^2$  de hojas necesarios para hacer un gramo de peso seco. Para tal fin, se tomaron todas las hojas de 12 plan-

tas por tratamiento y se determinó su contenido de materia seca. Previo al secado se sacaron de las hojas 108 discos de área foliar conocida con un sacabocado de 14 mm de diámetro y se procedió a determinar su peso seco. Para calcular el AFE se dividió el área de todos los discos por su respectivo peso; de esta forma se determinó los  $\text{dm}^2$  de hoja en un gramo de peso seco, multiplicando el AFE de cada tratamiento por el peso seco en gramos del follaje de cada planta se obtuvo la correspondiente área foliar.

#### 5.11.2.2 Índice de Área Foliar (IAF):

Es la proporción entre la superficie del follaje y la del suelo ocupado por la planta y se determinó según la fórmula siguiente:

$$IAF = \frac{\text{Área foliar total de una planta (dm}^2\text{)}}{\text{Superficie del suelo ocupado por una planta (dm}^2\text{)}}.$$

#### 5.12 Análisis Estadístico:

Se utilizó un diseño en bloques al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 27 unidades experimentales.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{oj} = M + B_i + T_j + E_{ij}$$

en donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta observada en el bloque  $i$  con tratamiento  $j$ .

$M$  = Efecto de la media general.

$B_i$  = Efecto del bloque  $i$ .

$T_j$  = Efecto del tratamiento  $j$ .

$E_{ij}$  = Efecto debido a factores no incluidos en el modelo (Error experimental).

Como los análisis de varianza indicaron diferencias entre tratamientos, se hicieron pruebas de Tukey utilizando la fórmula siguiente:

$$W = q(p, Gle) \alpha \times S\bar{x}; S\bar{x} = \sqrt{\frac{CMe}{r}}$$

En donde:

- p = Número de tratamientos.
- Gle = Grados de libertad del error.
- q = Valor tabular.
- $\alpha$  = Nivel de significancia.
- Sx = Error standard.
- CMe = Cuadrado medio del error.
- r = Número de repeticiones.

Asimismo, se utilizaron pruebas entre promedios utilizando la prueba de Duncan, la cual está expresada en la siguiente fórmula:

$$L.S = t \alpha S\bar{x}$$

En donde:

- L.S = Límite de significancia.
- t  $\alpha$  = t múltiple para 0.05 y 0.0
- S $\bar{x}$  = Error standard de la media =  $\sqrt{\frac{S^2}{n}}$
- S<sup>2</sup> = Varianza del error experimental.
- n = Número de repeticiones.

### 5.13 Análisis de la Información:

#### 5.13.1 Índice de Uso Equivalente de la Tierra (UET):

El UET es el índice que determina la superficie que hay que emplear bajo el sistema



de referencia (monocultivo) para obtener una producción equivalente a la obtenida con el sistema evaluado (asociado) (23). Este índice se define de la forma siguiente:

$$UET = \frac{YA}{YM}$$

En donde:

UET Uso Equivalente de la Tierra.

YA Rendimiento del cultivo asociado.

YM Rendimiento del cultivo en monocultivo.

### 5.13.2 Índice de Relación Equivalente de Área – Tiempo (REAT):

El cálculo se realizó según la fórmula definida por Hiebsch (13).

$$REAT = \frac{YC_1^i/A/T}{YC_1^m/A/T} + \frac{YC_2^i/A/T}{YC_2^m/A/T} + \frac{YC_3^i/A/T}{YC_3^m/A/T}$$

En donde:

$YC_1^i/A/T$  = Rendimiento del cultivo 1 por unidad de área y tiempo.

$YC_1^m/A/T$  = Rendimiento del monocultivo 1 por unidad de área y tiempo.

En esta forma, el índice se define para arreglos espaciales considerando el tiempo que tarda el cultivo en el campo pero no considerando arreglos cronológicos sucesivos.

### 5.13.3 Indicadores Económicos:

#### 5.13.3.1 Ingreso Neto (IN):

Es el índice económico comunmente utilizado, se le interpreta como el retorno a la administración o sea a la labor de planificar y organizar las actividades en el tiempo y en el

espacio, ya que las demás actividades han sido remuneradas (2) y se le define como:

$$IN = VP - CT$$

En donde:

VP = Valor de la producción.

CT = Costos Totales.

#### 5.13.3.2 *Ingreso Familiar en Efectivo (IFE):*

Este índice se utiliza en la evaluación de sistemas de producción que van a ser o son manejados por el agricultor y su familia, especialmente para aquellos productores que tienden a comprar pocos insumos comerciales o a no considerar el costo de oportunidad (2) y se define como:

$$IFE = VPV - CE$$

En donde:

VPV = Valor de la Producción Vendida.

CE = Costos en Efectivo.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 6.1 Condiciones de Clima y Suelo:

De acuerdo con los datos de precipitación (Cuadro 2) durante el período de mayo a agosto que corresponde al ciclo de los cultivos anuales de la primera siembra, se registro 1862.1mm, que representa el 45.86o/o de la lluvia caída durante 1983, esto incidió principalmente en la proliferación de la enfermedad Mustia Hilachosa causada por el hongo (*Thanatephorus cucumeris*), especialmente en el cultivo de frijol común, para lo cual se hicieron 5 aplicaciones de mancoceb y benomyl en forma alterna. Indudablemente, ésta enfermedad fungosa incidió sobre el rendimiento del cultivo anual, a tal grado que en la segunda siembra no hubo cosecha de frijol y caupi; sin embargo, el rendimiento de frijol común en la tercera siembra superó al de la primera y segunda siembra por varios factores, pero principalmente debido a la baja incidencia de enfermedades fungosas, como consecuencia de la disminución en la precipitación durante el período de diciembre de 1983 a marzo de 1984. (Cuadro 2).

En cuanto a las condiciones de suelo (Cuadro 3) debe indicarse que sólo el fósforo y el magnesio se encontraron en condiciones limitantes; es decir, debajo del nivel crítico, encontrándose el resto de los nutrimentos y el pH en condiciones adecuadas para el crecimiento de los cultivos.

*Cuadro 2: Precipitación y temperatura media registradas durante el período experimental (Mayo 1983 a Febrero de 1984).*

<i>Mes</i>	<i>Precipitación (mm)</i>	<i>Temperatura (° C)</i>
Mayo 1983	264.4	29.32
Junio	616.7	28.01
Julio	510.4	26.52
Agosto	470.6	27.24
Septiembre	873.0	26.84
Octubre	665.2	26.45
Noviembre	194.9	26.68
Diciembre	57.7	26.10
Enero 1984	67.1	26.28
Febrero	79.5	26.58

*Cuadro 3: Análisis químico del suelo donde se instalaron los diferentes sistemas de cultivo.*

<i>pH</i>	<i>microgramos/ml suelo</i>		<i>meq/100ml de suelo</i>	
	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>
5.7	0.83	93	6.60	0.87

## 6.2 Rendimiento de los Cultivos:

### 6.2.1 Caña de Azúcar:

En cuanto al rendimiento en peso de caña de azúcar se refiere, no hubo diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 1A); sin embargo, el máximo rendimiento se obtuvo cuando la caña se asoció con frijol tamazulapa, el cual fué de 65.60 ton/ha (Cuadro 4).

*El rendimiento de los sistemas de cultivos asociados de caña de azúcar con frijol tamazulapa, caupi pink-eye y frijol suchitán superaron en 11.69, 9.05 y 6.24 por ciento respectivamente, al rendimiento de la caña de azúcar en monocultivo. Este efecto ha sido observado por varios investigadores (4, 15, 26), los cuales indican que las gramíneas asociadas con leguminosas extraen más nutrimentos que cuando se cultivan en monocultivo, debido a la competencia a nivel radical por nutrimentos entre ambas especies. Asimismo, se ha determinado que las leguminosas aportan nitrógeno cuando éstas son incorporadas al suelo (1, 25). En esta investigación, cuando se cosechó el grano de las leguminosas se incorporó al suelo el rastrojo de las mismas; esto representó un aporte significativo de nitrógeno y fósforo orgánico al suelo en los tratamientos de caña asociada con frijol y caupi.*

*Cuadro 4: Rendimiento (ton/ba) promedio de tres repeticiones de caña de azúcar y azúcar en diferentes sistemas de caña asociada con cultivos anuales.*

<i>Sistema de cultivo</i>	<i>Caña de azúcar (ton/ba)</i>	<i>Azúcar (ton/ba)</i>	<i>Azúcar (Lbs/ba)</i>
1. Caña de azúcar con frijol suchitán	62.40 a <sup>1/</sup>	6.11 a <sup>1/</sup>	213 a <sup>1/</sup>
2. Caña de azúcar con frijol tamazulapa	65.60 a	6.18 a	207 a
3. Caña de azúcar con caupi black-eye	49.87 a	4.92 a	212 a
4. Caña de azúcar con caupi pink-eye	64.05 a	6.18 a	217 a
5. Caña de azúcar con soya júpiter	41.79 b	2.95 b	155 b
6. Caña de azúcar en monocultivo	58.73 a	5.67 a	212 a

*1/: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5o/o de probabilidad según la prueba de Duncan.*

El menor rendimiento de caña en peso se obtuvo en caña asociada con soya y fué de 41.79 ton/ha esto se debió principalmente a la competencia por luz y nutrimentos que ejerció la soya sobre la caña de azúcar, como resultado de la población de plantas de soya considerada como alta y que fué de 100,000 plantas/ha densidad similar a las recomendadas para soya en monocultivo.

En el cuadro 5, se observa que la soya asociada con caña de azúcar obtuvo el mayor índice de área foliar que fué de 27.64. Esto demuestra, la competencia por luz ejercida por el cultivo anual sobre la caña de azúcar, la cual en sistema de caña plantía crece lentamente comparado con sistemas de caña soca.

#### 6.2.2 Azúcar:

De acuerdo con el análisis estadístico no hubo diferencia significativa entre tratamientos para la variable rendimiento en toneladas de azúcar/ha (Cuadro 2A) y libras de azúcar/tonelada de caña (Cuadro 3A).

El menor rendimiento de caña de azúcar en lbs/ton de caña se obtuvo en el sistema de caña asociada con soya, dicho rendimiento no llena el requerimiento exigido por algunos ingenios, que es de 175 lbs azúcar/ton de caña; los demás sistemas asociados presentan valores similares, considerándose adecuados desde el punto de vista de exigencia por los azucareros (Cuadro 4).

Cuando el rendimiento de azúcar se expresó en ton/ha el mismo sistema de caña asociada con soya presentó el menor valor siendo esta diferencia significativa, debido al bajo rendimiento en peso de dicho tratamiento (Cuadro 4). Como puede observarse, el efecto de competencia del cultivo anual sobre la caña de azúcar, incidió tanto en el rendimiento en peso como en calidad del jugo.

*Cuadro 5: Uso Equivalente de la Tierra (UET), Índice de Relación Equivalente de Area-Tiempo (REAT), Area Foliar (AF), e Índice de Area Foliar (IAF) en tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar.*

<i>Sistemas de Cultivo</i>	<i>UET</i>	<i>REAT</i>	<i>AF (dm<sup>2</sup>)</i>	<i>IAF</i>
1. <i>Caña de azúcar con frijol suchitán</i>	2.20	1.39	2714.84	9.50
2. <i>Caña de azúcar con frijol tamazulapa</i>			3514.28	12.30
3. <i>Frijol suchitán en monocultivo</i>			2965.36	10.38
4. <i>Caña de azúcar con caupi black-eye</i>	1.65	1.05	4276.62	22.55
5. <i>Caña de azúcar con caupi pink-eye</i>			4634.33	24.44
6. <i>Caupi black-eye en monocultivo</i>			3156.05	16.64
7. <i>Caña de azúcar con soya júpiter</i>	1.57	1.00	3317.68	27.64
8. <i>Soya júpiter en monocultivo</i>			1654.00	13.78



### 6.2.3 Anuales:

De acuerdo con el análisis de varianza existieron diferencias significativas entre tratamientos para la variable rendimiento de grano (Cuadro 4A); el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento de caupi black-eye monocultivo con 1502.43 kg/ha (Cuadro 6).

Según la prueba entre promedios no se encontró diferencia significativa entre el rendimiento de frijol suchitán monocultivo y asociado, caupi black-eye monocultivo y asociado y soya júpiter monocultivo y asociado; sin embargo, los sistemas de cultivos asociados presentaron ventaja agronómica respecto a sus monocultivos ya que además de obtener caña de azúcar, se obtuvo grano básico sin afectar el rendimiento de la caña, con excepción del sistema caña de azúcar asociada con soya, en el cual el rendimiento y calidad del jugo disminuyó, debido a la presencia del cultivo anual. Resultados similares fueron encontrados por Krutman, S (14) en los cuales el rendimiento de la caña no afectó el rendimiento del cultivo anual y viceversa.

**Cuadro 6: Rendimiento \* promedio de tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar.**

Sistema de cultivo	Monocultivo Asociado Kg/ha	
	<u>1/</u>	<u>1/</u>
1. Frijol suchitán	417.13 b	477.20 b
2. Frijol tamazulapa	.....	454.40 b
3. Caupi black-eye	1502.43 a	1195.95 a
4. Caupi pink-eye	.....	869.56 b
5. Soya júpiter	1148.15 a	989.35 a

1/: Letras distintas dentro de hileras indican diferencias significativas al 50/o según la prueba de Tukey.

\* Rendimiento al 130/o de humedad.

El rendimiento de frijol común en monocultivo y asociado con caña obtenido en la presente investigación, puede considerarse bajo en relación con otros resultados obtenidos en Costa Rica por González Moroto (11), quien obtuvo 705 kg de frijol; sin embargo, los rendimientos de caupi black-eye pueden considerarse altos en relación a otros autores. Bains, Dayanand y Singh (3) obtuvieron 250 kg de caupi/ha en sistemas asociados de caña de azúcar con caupi.

El frijol común suchitán, caupi black-eye y soya júpiter en monocultivo, fueron sembrados por segunda vez, pero debido a la alta precipitación durante esta época de siembra, los frijoles sufrieron problemas con enfermedades fungosas, principalmente *Mustia Hilachosa*, perdiéndose completamente la producción de grano; sin embargo, la soya demostró tolerancia a dichos patógenos, produciendo 770.41 kg/ha, disminuyendo su rendimiento en 330/o respecto a la primera siembra (Cuadro 7).

Durante diciembre de 1983, se realizó la tercera siembra de frijol suchitán y caupi black-eye, obteniéndose rendimientos de 1102 kg/ha y 829 kg/ha respectivamente. Como puede observarse, el rendimiento del frijol suchitán superó en 620/o al rendimiento de la primera siembra, debido a la baja incidencia de enfermedades fungosas. Sin embargo, el rendimiento del caupi black-eye se redujo en 450/o respecto a la primera siembra, debido a un ataque severo de zompopos (*Atta* sp) (Cuadro 7).

**Cuadro 7: Rendimiento (kg/ha) promedio de tres repeticiones de segunda y tercera siembra de frijol, caupi y soya en monocultivo.**

Cultivo	Rendimiento	
	Segunda siembra	Tercera siembra
	Kg/ha	
1. Frijol suchitán	-----	1101.99
2. Caupi black-eye	-----	829.03
3. Soya júpiter	770.41	-----

### 6.3 Uso equivalente de tierra (UET) e índice de relación equivalente de área-tiempo (REAT).

En el cuadro 4 se presentan los valores de UET y REAT obtenidos al considerar los rendimientos de biomasa comercial.

El UET y REAT fueron calculados usando los monocultivos de los cultivos anuales de la primera siembra. Un valor de UET mayor de 1.0 significa una mayor eficiencia en el uso de la tierra; por lo que todos los sistemas asociados evaluados en este caso fueron más eficientes que los monocultivos como lo demuestra los valores de UET (Cuadro 4). Desde el punto de vista agronómico, el sistema de caña de azúcar asociada con frijol suchitán fué el más eficiente con valor de UET de 2.20; es decir, que se necesitan 2.20 has. de monocultivos de caña de azúcar y de frijol suchitán para obtener lo que se produjo en 1 ha. de los cultivos asociados.

Algunos autores (23), indican que el tiempo de asociación puede afectar la interpretación del UET, por lo que recomiendan utilizar el REAT. El sistema de caña de azúcar asociada con frijol suchitán superó a los demás sistemas evaluados con valor de REAT de 1.39; resultando otra vez este sistema el más eficiente en el uso de área/tiempo.

Es importante indicar que cuando se utilicen los índices de UET y REAT para evaluar sistemas de cultivos asociados, éstos deben manejarse en igual forma, así como tener las mismas poblaciones de plantas.

### 6.4 Indicadores Económicos:

#### 6.4.1 Ingreso neto (IN) e Ingreso familiar en efectivo (IFE).

En el cuadro 8 se muestran los valores de los índices económicos para cada sistema de cultivo. Como puede observarse el valor de ingreso neto de la caña en monocultivo que fué de Q.64.00/ha únicamente superó a los valores de frijol suchitán en monocultivo y aso-

ciado y de frijol tamazulapa asociado con caña de azúcar, con valores de Q.324.00, Q.59.00 y Q.50.00/ha respectivamente.

*Cuadro 8: Ingreso neto (IN) e Ingreso familiar en efectivo (IFE) en los diferentes sistemas de cultivo.*

<i>Sistema de cultivo</i>	<i>IN</i>	<i>IFE</i>
	<i>Q/ha</i>	
1. Caña de azúcar + frijol suchitán	59	560
2. Caña de azúcar + frijol tamazulapa	50	550
3. Frijol suchitán en monocultivo	-234	107
4. Caña de azúcar + caupi black-eye	597	1213
5. Caña de azúcar + caupi pink-eye	288	881
6. Caupi black-eye en monocultivo	779	1234
7. Caña de azúcar + soya júpiter	124	552
8. Soya júpiter en monocultivo	240	545
9. Caña de azúcar en monocultivo	64	281

+ = Significa asociado con.

Los mayores ingresos netos se obtuvieron en los sistemas de caupi black-eye en monocultivo y asociado con caña de azúcar que fueron de Q.779.00 y Q.597.00/ha respectivamente.

Es importante resaltar, los bajos valores de ingreso neto obtenidos en sistemas de frijol común, esto se debió al incremento de los costos totales en el combate de enfermedades fungosas; es decir, inversión en mano de obra y en pesticidas aplicados.

En cuanto al ingreso familiar en efectivo como en el caso anterior, los sistemas de

caupi en monocultivo y asociado con caña de azúcar, obtuvieron los mayores ingresos con valores de Q.1,234.00 y Q.1,213.00/ha respectivamente (Cuadro 8).

Todos los valores de IFE de los sistemas asociados superaron la caña en monocultivo y éste únicamente superó el valor del sistema de frijol suchitán en monocultivo, debido, principalmente, al incremento de los costos en efectivo por concepto de compra de pesticidas utilizados en el combate de enfermedades y al bajo rendimiento de frijol producto de dicho cultivo.

## 7. CONCLUSIONES:

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio y bajo las condiciones ecológicas del área, se llegó a las siguientes conclusiones:

- a) *Dentro de los elementos del clima, la precipitación fué determinante en la obtención de altos rendimientos en frijol suchitán y en frijol tamazulapa.*
- b) *La práctica de asociar caña, de azúcar con frijoles comunes resulta benéfico para la caña, aumentando su rendimiento en peso por unidad de área y en azúcar por tonelada de caña cosechada.*
- c) *Los cultivos asociados con caña de azúcar fueron más eficientes en el uso de la tierra que sus monocultivos.*
- d) *La densidad de población y como consecuencia el índice de área foliar del cultivo anual, fué determinante en la disminución del rendimiento en peso de la caña y en azúcar.*
- e) *La caña de azúcar asociada con caupi black-eye puede presentarse como una alternativa económica, en términos de ingreso neto e ingreso familiar en efectivo, para el pequeño cañicultor de Guatemala, con la ventaja de producir proteína vegetal, lo cual vendría a mejorar su dieta alimenticia.*

8. **RECOMENDACIONES:**

*De acuerdo con la experiencia del presente trabajo, se recomienda lo siguiente:*

- a) *Evaluar el efecto competitivo de otras leguminosas asociadas con caña de azúcar.*
- b) *Estudiar el desempeño del sistema caña de azúcar asociada con leguminosas a variaciones en la densidad de población del cultivo anual, arreglos espaciales, nivel de fertilización y época de aplicación.*

## 9. BIBLIOGRAFIA:

1. AGBOOLA, A.A. y FAYEMI, A.A. *Preliminary trials on the intercropping of maize with different tropical legumes in western Nigeria*. Journal of Agricultural Science 77(2): 109-225. 1971.
2. AVILA, M. *La evaluación económica de la producción animal, conceptos y algunas aplicaciones*. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 26 p.
3. BAINS, S.A., DAYANAND y SINGH, K.N. *A note on relative performance of different intercrops in sugarcane*. Indian Journal of Agronomy 15(1):88. 1970.
4. BHADAURIA, V.S. y MATHUR, B.K. *Problem of green manuring sugarcane intercropping is solution*. Indian Sugar 23(4):351-358. 1973.
5. BHOJ, R.L. y KAPOOR, P.C. *Intercropping of maize in spring planted sugarcane gives high profits with adequate nitrogen use*. Indian Journal of Agronomy 15(3):242-246. 1971.
6. BRENES, O.C. *Los cultivos asociados y el combate de malezas*. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 13 p.
7. CHANG, H. *Relationship between net radiation soil, temperature and sugarcane growth in intercropping field*. Taiwan Agriculture Quaterly 7(3):123-138. 1971.
8. DAYANAND y GOSWANI, N.N. *Green-gram a suitable intercropping sugarcane*. Indian Farming 26(4):10-13. 1976.
9. DESHPANDE, P.M. y NANKAR, J.T. *Effect of intercropping on yield of seasonal sugarcane and on net returns in Marathwoda region*. Indian Sugar 27(5): 261-263. 1977.



10. FLORES AUCEDA, C.A. *Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 116 p.
11. GONZALEZ MOROTO, C. *Análisis agronómico del frijol asociado con caña de azúcar*. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1975. 64 p.
12. HART, R.D. *Marco conceptual para la investigación agrícola*. In Reunión regional sobre metodología para el desarrollo de alternativas tecnológicas en sistemas de cultivos, Cerro Verde, El Salvador, 1979. Memoria. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. pp. 11-40.
13. HIEBSH, C. *Comparing intercrops with monocultures*. In North Carolina State University. *Agronomic-economic, research on tropical soils*. Annual report for 1976-1977. Raleigh, North Carolina, 1978. pp. 183-200.
14. KRUTMAN, S. *Cultura consorciada cana x frijoeiro; primeros resultados*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 3:127-134. 1968.
15. LEDESMA, F.I. v VILLARICO, E.S. *Intercropping sugarcane with mungbean, soybean, rice and corn*. Philippines. Vistorias Agricultural Research. Report No. 14. s.f. 35 p.
16. MORENO, R.A. *Algunos criterios para evaluar sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores*. In Reunión regional sobre metodología para el desarrollo de alternativas tecnológicas en sistemas de cultivos, Cerro Verde, El Salvador, 1979. Memoria. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. pp. 223-257.
17. \_\_\_\_\_ . *Algunos sistemas de producción de cultivos anuales de pequeños agricultores en el Istmo Centroamericano*. In Curso sobre control integrado de plagas en sistemas de producción de cultivos para pequeños agricultores.

- CATIE, Turrialba. Trabajos. Turrialba, Costa Rica, 1979. v. 1, pp. 35-65.
18. NOURS, H.A. *et al.* *Sugarcane in United Arab Republic with intercropping bean.* Sugar Journal 33(11):28-29. 1971.
  19. ORTEGA CARTAYA, E. *Desarrollo de enfermedades en asociaciones de cultivo bajo diferentes tipos de manejo.* Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 21 p.
  20. PAN, Y.C. y LEE, K. *A study in the interplanting of sugarcane with soybean.* Taiwan, Sugar Experiment Station. Report No. 32. 1963. 40 p.
  21. RANDHAWA, K.S. *Raise intercrops in sugarcane for higher returns.* Indian Farming 21(11):33-34. 1972.
  22. SANCHEZ, P.A. *Suelos del trópico, características y manejo.* San José, Costa Rica, IICA, 1981. 634 p.
  23. SORIA, J. *et al.* *Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico.* Turrialba (Costa Rica) 25(3):283-293. 1975.
  24. SOTO, J.A. *Comportamiento de las plagas en cultivos asociados.* Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 21 p.
  25. SRIVASTAVA, S.C. y PANDIT, S.N. *Relative role of sunnbemps tops in contributing to the green-manuring benefits to sugarcane.* Indian Journal Agricultural Science 38:338-342. 1968.
  26. SUN, V.G. y SZE, W.B. *The effect of interplanting various crops upon the growth and yield of the early planting sugarcane.* Taiwan, Sugar Experiment Station. Report No. 7. 1951. 123 p.

## 10. APENDICE:

*Cuadro 1A: Análisis de varianza para el rendimiento de caña de azúcar en peso (ton/ba) para los diferentes sistemas de cultivo.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
				NS		
Bloques	2	5795.92	2897.96	1.50	4.10	7.56
Tratamientos	5	24576.96	4915.39	1.95 <sup>NS</sup>	3.33	5.64
Error	10	25195.09	2519.51			
Total	17	55567.97				

NS = No significativo.

*Cuadro 2A: Análisis de varianza para el rendimiento en azúcar (ton/ba) para los diferentes sistemas de cultivo.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
				NS		
Bloques	2	0.201	0.100	0.148	4.10	7.56
Tratamientos	5	24.020	4.804	7.111*	3.33	5.64
Error	10	6.749	0.674			
Total	17	30.970				

\* = Significativo al 5o/o.

NS = No significativo.

*Cuadro 3A: Análisis de varianza para rendimiento en libras de azúcar/ton de caña para los diferentes sistemas de cultivo.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.05
						NS
Bloques	2	92.33	46.16	0.034	4.10	7.56
						NS
Tratamientos	5	8462.66	1692.53	1.226	3.33	5.64
Error	10	13367.01	1336.01			
Total	17	21922.00				

NS = No significativo.

*Cuadro 4A: Análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) de las leguminosas en los diferentes sistemas de cultivo.*

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.231	0.115	0.668 <sup>NS</sup>	3.74	6.51
				**		
Tratamientos	7	28.091	4.013	23.215	2.76	4.28
Error	14	2.420	0.172			
Total	23	30.742				

\*\* = Significativo al 10/o.

NS = No significativo.

*Cuadro 5A: Componentes del rendimiento para los diferentes sistemas de cultivo.*

<i>Sistema de cultivo</i>	<i>Vainas/planta</i>	<i>Semillas/vaina</i>
1. <i>Caña de azúcar + frijol suchitán</i>	19.09	6.25
2. <i>Caña de azúcar + frijol tamazulapa</i>	20.38	5.89
3. <i>Frijol suchitán en monocultivo</i>	18.10	6.29
4. <i>Caña de azúcar + caupi black-eye</i>	14.50	9.65
5. <i>Caña de azúcar + caupi pink-eye</i>	10.11	11.87
6. <i>Caupi black-eye en monocultivo</i>	16.03	9.17
7. <i>Caña de azúcar + soya júpiter</i>	64.20	2.52
8. <i>Soya júpiter en monocultivo</i>	91.80	2.59

= Significa asociado con.

*Cuadro 6A: Componentes del jugo de caña utilizados para el análisis de calidad de la caña de azúcar:*

<i>Sistema de Cultivo</i>	<i>Grados Brix</i>	<i>Sacaroza</i>	<i>Polarizacion</i>
1. <i>Caña de azúcar con frijol Suchitán</i>	19.56	17.54	89.56
2. <i>Caña de azúcar con frijol Tamazulapa</i>	17.94	15.53	90.21
3. <i>Caña de azúcar con Caupi black-eye.</i>	18.54	16.95	91.42
4. <i>Caña de azúcar con Caupi Pink-eye.</i>	18.91	17.02	90.12
5. <i>Caña de azúcar con Soya Júpiter</i>	19.13	14.86	78.47
6. <i>Caña en monocultivo</i>	19.56	17.31	88.55



Referencia	.....
Asunto	.....
	.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1945

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 CENTRO UNIVERSITARIO  
 ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.  
 D E C A N O

