

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE TRES ARREGLOS ESPACIALES, CON TRES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA EN EL SISTEMA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum-officinarum L.) ASOCIADA CON FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.).

TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
POR

ANA PATRICIA ELGUETA GROSJEAN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

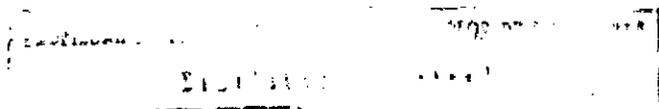
EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

**TESIS DE REFERENCIA**  
**NO**

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1987.



DL  
01  
+ (1024)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal Martínez
VOCAL I:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL II:	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL III:	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL IV:	Bachiller Marco Antonio Hidalgo A.
VOCAL V:	T.U. Carlos Enrique Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, Octubre de 1987.

Ingeniero Agrónomo  
Anibal Martínez  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Su Despacho.

Señor Decano:

Por este medio tenemos el honor de dirigirnos a Ud., para hacer de su conocimiento que, atendiendo a la designación que nos hiciera ese Decanato, hemos procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis que la estudiante Ana Patricia Elgueta Grosjean, carnet No. 79-14782, titulado "Evaluación de tres arreglos espaciales, con tres niveles de fertilización nitrógenada en el sistema caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) asociada con frijol común (Phaseolus vulgaris L.).

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

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. MSc. Edgar Martínez T.

Asesor

Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno J.

Asesor

Guatemala, Octubre de 1987.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR.

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"Evaluación de tres arreglos espaciales, con tres niveles de fertilización nitrógenada en el sistema de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) asociada con frijol común (Phaseolus vulgaris L.)".

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

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

  
Ana Patricia Elgueta Grosjean

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A LA SANTISIMA VIRGEN MARIA

A MIS PADRES:

Cesar Augusto Elgueta Barrera  
Odette Grosjean de Elgueta.

A MIS HERMANAS:

María de la Luz y Diana.

A MI CUÑADO:

Alejandro Liarena.

A MI ABUELITA:

Concepción Vda. de Elgueta.

AL SEÑOR:

Luis Pérez Velázquez.

A LAS FAMILIAS:

González Cochran.  
Paniagua Grosjean.  
Méndez Grosjean.  
Grosjean Gándara.  
Grosjean Reyes.  
Bonifasi Toledo.

A aquellos que en la  
adversidad siempre me  
brindaron su afecto y  
apoyo incondicionales  
ellos son:

MIS VERDADEROS AMIGOS.

## TESIS QUE DEDICO

- A: Mi patria Guatemala.
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A: La Facultad de Agronomía.
- A: La Unidad Docente Productiva Sabana Grande.
- A: El cortador de caña, factor indiscutible y anónimo de la industria azucarera.
- A: Las personas y/o instituciones dedicadas a la investigación agrícola.

## AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su sincero agradecimiento:

- A mis asesores y amigos Ing. Agr. MSc. Edgar Martínez T. e Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno J., por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.
- A los asesores de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande Ing. Agr. Ricardo Miyares e Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández personal administrativo y de campo, que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.
- Al personal del laboratorio del Ing. Concepción, por el análisis del jugo de la caña de azúcar.
- Al personal del Centro de Documentación e Información Agrícola de la Facultad de Agronomía de la USAC; por proporcionar toda la información necesaria para la presente investigación.
- A Karla Morales, Argentina Berganza, Missia Ruíz, Amanda Molina de Aldana y a Carmen Ma. Domergue de Pratdesaba por su apoyo, ayuda y cariño incondicional durante el transcurso de toda mi carrera universitaria.
- A mis compañeros Carlos Barrera, Carlos Rivera P., Armando Luce-ro, Mario del Cid, Wellfram Méndez, Ricardo Avila, Hugo Morán, Henry Sandoval, Luis F. Pereira, Leonel Amaya y Ronie Marro-quín S., por las múltiples experiencias memorables compartidas.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo de investigación.

## CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE GRAFICAS EN EL APENDICE .....	xii
RESUMEN .....	xiii
1 INTRODUCCION .....	1
2 HIPOTESIS .....	3
3 OBJETIVOS .....	4
4 REVISION BIBLIOGRAFICA .....	5
4.1.    Sistemas de Cultivo .....	5
4.2.    Arreglos Espaciales .....	5
4.2.1. Arreglos Espaciales en Cultivos Asociados .....	5
4.3.    Componentes del Agroecosistema .....	6
4.3.1. Malezas .....	6
4.3.2. Plagas .....	6
4.3.3. Enfermedades .....	7
4.3.4. Suelos .....	7
a) Fertilización .....	7
4.4.    Caña de Azúcar Asociada con Otros Cultivos .....	8
4.5.    Caña de Azúcar Asociada con Frijol Común .....	10
5 MATERIALES Y METODOS .....	13
5.1.    Localización y Descripción del Sitio Experimental .....	13
5.2.    Condiciones Climáticas .....	13
5.3.    Condiciones del Suelo .....	14
5.4.    Cultivos Seleccionados .....	14
5.5.    Diseño Experimental .....	15
5.6.    Tamaño de la Parcela .....	15
5.7.    Factores por Estudiar .....	17
5.7.1. Factor A .....	17
5.7.1.1. Arreglo Espacial .....	17
5.7.2. Factor B .....	19
5.7.2.1. Fertilización Nitrógenada .....	19
5.8.    Modelo Estadístico .....	19

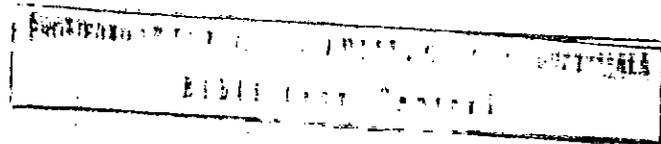
	<b>Página</b>
5.9. Análisis de Suelo .....	22
5.10. Manejo del Ensayo .....	23
5.10.1. Siembra .....	23
5.10.2. Fertilización .....	23
5.10.3. Epoca, Fuente del Fertilizante y Forma de Aplicación .....	23
5.10.4. Control de Malezas .....	23
5.10.5. Control de Plagas y Enfermedades .....	24
5.11. Cosecha .....	24
6. VARIABLES RESPUESTA .....	24
6.1. Rendimiento y sus Componentes .....	24
6.2. Análisis de la Información .....	25
7. RESULTADOS Y DISCUSION .....	26
7.1. Rendimiento de los Cultivos .....	26
7.1.1. Caña de Azúcar .....	26
7.1.2. Azúcar .....	28
7.1.3. Frijol .....	30
7.1.4. Producción Total de Alimentos (PTA) .....	32
8. CONCLUSIONES .....	34
9. RECOMENDACIONES .....	35
10. BIBLIOGRAFIA .....	36
11. APENDICE .....	41

## LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO

Número		Página
1	Descripción de los tratamientos evaluados en la asociación caña de azúcar-frijol común .....	20
2	Análisis de laboratorio de suelo del pante La Estación en donde se instaló el experimento asociación caña de azúcar-frijol común .....	22
3	Valores de F calculada y F tabulada para las diferentes variables evaluadas en caña de azúcar asociada con frijol común .....	27
4	Rendimiento de caña en peso y azúcar promedio de tres repeticiones en caña asociada con frijol común.	28
5	Prueba de Tukey al 1% para el factor Arreglo Espacial de la variable Rendimiento de frijol en kg/ha.	30
6	Rendimiento del frijol y sus componentes primarios del rendimiento así como el PTA obtenidos en la asociación caña de azúcar-frijol común .....	31
7	Prueba de Tukey al 1% para el factor Nivel de Fertilización Nitrógenada de la variable No. de semillas por vaina en la asociación caña de azúcar-frijol común .....	32

## LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO

Número		Página
1	Tamaño de la unidad experimental y la parcela útil en los sistemas de cultivo .....	16
2	Arreglos espaciales de frijol común asociado con caña de azúcar .....	18
3	Disposición de los distintos tratamientos en cada bloque .....	21
4	Máximo rendimiento de caña en peso, tratamiento de 100 kg de N/ha y surco doble de frijol .....	29
5	Rendimiento máximo de azúcar, tratamiento de 50 kg de N/ha. y surco doble de frijol .....	29
6	Máximo rendimiento de frijol, así como máximo rendimiento en producción total de alimentos (PTA), el tratamiento de 150 kg de N/ha. y surco triple de frijol intercalado entre surcos de caña. ....	33
7	Efectos de la fertilización nitrógenada, mayor número de semillas por vaina en el nivel de 150 kg de N por ha. ....	33



## LISTA DE GRAFICAS EN EL APENDICE

Número		Página
1A.	Gráfica del rendimiento de frijol pro tratamientos en kg/ha .....	41
2A	Gráfica del número de vainas por planta en los tratamientos .....	41
3A	Gráfica del peso seco de 100 semillas por tratamiento gr. ....	42
4A	Gráfica del número de semillas por vaina, por tratamientos evaluados .....	42
5A	Gráfica del rendimiento de caña en peso por tratamientos ton/ha. ....	43
6A	Gráfica del rendimiento de azúcar en ton/ha. por tratamientos. ....	43
7A	Gráfica del rendimiento de azúcar en kg/ton por tratamientos. ....	44
8A	Gráfica de la producción total de alimentos en ton/ha por tratamientos .....	44

## 1. RESUMEN:

El presente estudio se llevó a cabo en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, ubicada en el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla.

Los objetivos generales fueron evaluar las características productivas de la asociación de caña de azúcar-frijol común, en las condiciones de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande. Los objetivos específicos fueron: Evaluar el efecto competitivo de tres arreglos espaciales de frijol común asociado con caña de azúcar sobre el rendimiento de caña de azúcar en peso y contenido de azúcar; y determinar la dosis adecuada agronómica de Nitrógeno para el sistema caña de azúcar-frijol común.

Se evaluaron dos factores: 1) tres diseños espaciales (Surco simple, surco doble y surco triple intercalado con la caña) y 2) tres niveles de fertilización nitrógenada (50 - 100 - 150 kg de N/ha.). La disposición de los tratamientos se hizo en un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones. Las variedades de los cultivos utilizados en el experimento fueron: para la caña de azúcar, la variedad Q-102 y para el frijol común, la variedad Tamazulapa.

Se efectuaron análisis de varianza para las variables rendimiento de caña en peso y en azúcar; rendimiento del frijol y los componentes primarios del mismo (no. de vainas/planta, no. de semillas/vaina, peso seco de 100 semillas), así también a la producción total de alimentos (PTA).

De acuerdo con los resultados obtenidos la variable rendimiento de caña de azúcar en peso, no fué afectada por ninguno de los tratamien-

tos; obteniéndose el máximo rendimiento con el tratamiento de 100 kg de N/ha. y surco doble de frijol entre los surcos de caña de azúcar, con un valor de 56.5 ton de caña/ha. En cuanto al máximo rendimiento de azúcar, este se obtuvo con el tratamiento de 50 kg de N/ha. con un valor de 6.3 ton/ha., 113.2 kg/ha. y 249.04 lbs/ton de caña. Es importante indicar que el tratamiento con mayor rendimiento de caña en peso, no correspondió con el mayor rendimiento de azúcar.

El rendimiento de frijol fué afectado significativamente por el arreglo espacial, superando el arreglo de tres surcos de frijol entre surcos de caña en 100 y 396 kg de frijol/ha. al arreglo surco doble y surco simple respectivamente. El mayor rendimiento de frijol obtenido fue con el tratamiento de surco triple con 150 kg de N/ha. con un valor de 727.4 kg de frijol/ha.

En cuanto a los componentes del rendimiento del frijol, el número de semillas por vaina fué el único en el cual se determinaron diferencias estadísticas significativas, debido al efecto de la fertilización nitrógenada; correspondiendo al nivel de 150 kg de N/ha. el mayor valor, que fué de 6.3 semillas /vaina.

La producción total de alimentos del sistema de cultivo caña-frijol común, no fué afectada por ninguno de los tratamientos aplicados y por ende ninguno de los factores estudiados; obteniéndose 6.8 ton/ha en el tratamiento con los niveles máximos de cada factor, es decir, surco triple con 150 kg de N/ha.

EVALUATION OF THREE DIFFERNT SPACE ARRANGEMENTS, WITH THREE LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION IN THE SYSTEM OF SUGARCANE (Saccharum officinarum L.) ASSOCIATED WITH COMMON BEAN (Phaseolus vulgaris L.).

Ana Patricia Elgueta Grosjean.

" ABSTRACT "

To evaluate the productive characteristics of intercropping sugarcane with common beans a) To evaluate the competitive effect of three space arrangements of common beans intercropping with sugarcane about the sugarcane yield in weigth and sugar contents. b) To determine the adecuate agronomic dosis of nitrogen for the sugarcane-common beans system.

There were two factors evaluated: three space arrangements (simple furrow, double furrow and triple furrow with sugarcane intermediated), and three levels of nitrogen fertilization (50 - 100 - 150 kg of N/ha.). The disposition of treatments were made in randomized block design, with three repetitions. The variety of sugarcane was Q-102 and for the common bean, Tamazulapa variety; there were variation analysis for the yield in weigth and sugar contents in sugarcane, yield beans and the primary components of the same (No. of pod/plants, No. of seeds/pods, dry weigth of 100 seeds) therefore the total yields of food.

With the resolution obtained from the weigth of sugarcane yield, it was not affected by none of the treatments; obtaining the maximun yield with the treatment of 100 kg of N/ha.. As for the maximun sugar yield this was obtained with the treatment of 50 kg of N/ha. with a value of 6.3 ton/ha., 113.2 kg/ha. and 249.04 pounds/ton of sugarcane. The yield bean was significatly affected for the space arrangements, exceeding the three furrows of bean. The maximun yield bean was obtained with the treatment of triple furrow with 150 kg of N/ha. with a value of 727.4 kg of beans/ha.. The total food production of the system sugarcane-common beans was not affected by none of the applied techniques, hence neither the studied factors, prevailing 6.8 ton/ha. in the treatment with the maximun leavels of each factor, it means triple furrow with 150 kg of N/ha.

## 1. INTRODUCCION:

El cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), dentro del contexto nacional constituye un factor importante en la economía agrícola de Guatemala, ya que es una de las principales fuentes de trabajo así como de ingreso de divisas al país.

La producción de caña de azúcar en Guatemala, viene atravesando diferentes etapas de perfeccionamiento, entre las cuales podemos mencionar, mejoras en las técnicas de cultivo, uso de variedades resistentes a plagas y/o enfermedades, utilización de especies cuyo comportamiento agroindustrial sea satisfactorio en muchos aspectos, así como la asociación de caña de azúcar con cultivos anuales; constituyendo esto último una alternativa económica para el mediano y pequeño cañicultor.

La apremiante necesidad existente en los países en desarrollo de aumentar la productividad de las tierras utilizables para la agricultura es el factor causante de la creciente popularidad que van adquiriendo los cultivos asociados, desplazando los monocultivos tradicionales.

Cuando se asocia caña de azúcar con leguminosas se ha notado que se favorece el estado nutricional del suelo aportando nitrógeno, fósforo y azufre los cuales son de naturaleza orgánica y que pueden ser aprovechados por la caña de azúcar.

Dentro de la nueva perspectiva de investigación agrícola, el potencial de los cultivos asociados ha sido objeto de minuciosos estudios, habiéndose obtenido datos favorables de factibilidad para el asocio de frijol con caña de plantía.

El ciclo corto de las leguminosas permite reducir la competencia principalmente en relación con otros géneros de plantas tales como las gramíneas específicamente maíz, sorgo, arroz y otros.

Con respecto a la asociación de caña con leguminosas es común observar dicho sistema de cultivo en pequeños cañicultores, sin embargo, se cuenta con poca información de carácter local sobre aspectos tecnológicos de los mencionados sistemas de cultivos asociados.

En los trabajos realizados en la asociación frijol común con caña de azúcar se ha utilizado solo un arreglo espacial y un solo nivel de fertilización; sin embargo se desconoce si otras opciones de ambos aspectos son mejores que los probados o experimentados. Lo anterior fué la base para el diseño de los factores del presente trabajo; el cual se propone como una posible alternativa económica para el pequeño y mediano cañicultor de Guatemala.

El presente trabajo es parte del Proyecto de Investigación de Sistemas de Cultivos Asociados de Caña de Azúcar con Cultivos Anuales; que actualmente realiza el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, USAC.

## 2. HIPOTESIS:

2.1. Por lo menos uno de los tres arreglos espaciales de frijol común asociado con caña de azúcar presenta diferencias en cuanto al grado de competencias.

2.2. Por lo menos uno de los tres niveles de fertilización nitrogenada, presenta diferencias en cuanto al rendimiento del sistema.

### 3. OBJETIVOS:

#### 3.1. General:

Evaluar las características productivas de la asociación caña de azúcar-frijol común, en las condiciones de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande.

#### 3.2. Específicos:

- a) Evaluar el efecto competitivo de tres arreglos espaciales de frijol común asociado con caña de azúcar sobre el rendimiento de caña de azúcar en peso y contenido de azúcar.
- b) Determinar la dosis adecuada agronómica de nitrógeno para el sistema caña de azúcar-frijol común.

#### **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 conjunto de ellos (arreglo de cultivos) que convierten los recursos de un ambiente en productos para satisfacer una necesidad (21).

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, energía solar y otros (14).

##### **4.2. Arreglos Espaciales:**

Son distribuciones de especies agrícolas en el espacio, es decir, en un terreno de cultivo. Estos arreglos pueden incluir una, dos o más especies (3, 15).

###### **4.2.1. Arreglos Espaciales en Cultivos Asociados:**

Es aquel en el que el cultivo se encuentra sembrado entre hileras

intercaladas con otro cultivo, con el fin de utilizar el espacio y los nutrientes disponibles, que de otra forma serían utilizados por malas hierbas. Además el cultivo intercalado sirve como cobertura, minimiza el crecimiento de malezas, previene el lavado del suelo y la propagación de enfermedades, mejora la condición del suelo y proporciona ingresos adicionales (8, 15).

#### **4.3. Componentes del Agroecosistema:**

##### **4.3.1. Malezas:**

Las malezas están clasificadas como uno de los factores que limitan considerablemente los rendimientos de los cultivos y son en parte responsables del 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, 9).

##### **4.3.2. Plagas:**

Las plagas insectiles y la contaminación ambiental han sido otros de los problemas que han preocupado a los investigadores agrícolas y a los agricultores en general, 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 plagas (29).

#### 4.3.3. Enfermedades:

Los cultivos asociados también han sido recomendados y utilizados para disminuir la incidencia de enfermedades como resultado de un proceso de filtración del patógeno. Mora y Moreno citados por Ortega (23) 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 funcionen como barreras naturales del viento, el cual es el agente causante de la diseminación de las uredosporas (23).

#### 4.3.4. Suelos:

Existe consenso general que los cultivos asociados extraen más nutrientes del suelo que los monocultivos por unidad de superficie; sin embargo, la asociación de gramíneas con leguminosas posee un valor beneficioso por todos conocido como es el aporte al suelo del nitrógeno atmosférico fijado por las leguminosas (27).

##### a) Fertilización:

El nitrógeno es el elemento responsable para producir la porción vegetativa de las plantas. En la caña de azúcar el nitrógeno induce un

rápido desarrollo y la producción de tallos grandes y follaje verde abundante. Además el nitrógeno con el fósforo promueven el amacollamiento adelantado de la caña.

Debido a que el nitrógeno induce el desarrollo vegetativo, si se aplica excesivamente o en forma tardía sobre los campos que están próximos a cosecharse, éste produce jugos de baja calidad, debido a que la caña de azúcar continúa su desarrollo vegetativo, el cual no le permite almacenar el suficiente contenido de azúcar (27).

#### 4.4. Caña de Azúcar Asociada con Otros Cultivos:

La caña de azúcar se ha asociado con diversidad de cultivos entre los cuales se pueden citar maíz, frijol, caupí, soya, arroz, sorgo, cebolla, okra, remolacha, algodón, tomate, chile, cebada, habas, berengena, girasol y otros (4, 5, 6, 9, 10, 17, 22).

Los cultivos de caña intercalada permiten a los pequeños cañicultores la obtención de ingresos económicos extras siendo considerado este tipo de asociación como rentable (10, 17).

En el cultivo de la caña de azúcar, generalmente se utilizan distancias de siembra grandes, este espaciamiento ha resultado provechoso en su asociación con los cultivos anuales; así mismo, el crecimiento relativamente lento durante los primeros 3 ó 4 meses permite asociar la caña con leguminosas y otros cultivos de corta duración (16, 26).

Existen ejemplos indicativos sobre los aumentos de la productividad con la siembra de cultivos asociados en Uganda. Empleando cultivos inter-

calados como maíz, frijol, soya, batata, maní y arroz de trasplante, da aumento a la productividad de un 30 a un 60% (12).

García (11), en Guatemala, en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande de la Facultad de Agronomía, evaluó seis variedades de caw-pea asociado con caña de azúcar corroborando los resultados obtenidos en tonelaje bruto por ha. de caña de azúcar, como la conversión caña de azúcar elaborada; que esta asociación fué buena, el mejor rendimiento del grano lo demostró la variedad Pink Eye con 1.25 ton métricas/ha.

En Guatemala en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá de la Facultad de Agronomía de la USAC, se realizó una evaluación agronómica de la asociación de caña de azúcar asociado con leguminosas de grano, frijol común, soya y cawpea. Obteniendo con caña-cawpea Black Eye 49.87 ton/ha de caña, 4.92 ton/ha. de azúcar y 1195.95 kg/ha. de producción de grano de cawpea; con la asociación caña-cawpea Pink Eye obtuvo 64.05 ton/ha. de caña, 6.18 ton/ha. de azúcar y 869.56 kg/ha. de grano de cawpea; con caña asociada con soya Jupiter obtuvo 41.79 ton/ha. de caña, 2.95 ton/ha. de azúcar y 989.35 kg/ha. de grano de soya; demostrando los resultados obtenidos que las asociaciones practicadas resultaron positivas (18).

En trabajos realizados en Colombia, asociando caña de azúcar con maíz, no se encontraron diferencias significativas, en el rendimiento en peso y en azúcar de caña para los sistemas monocultivo y en asocio. Los valores encontrados fueron de 151.8 y 151.5 ton de caña/ha. respectivamente y 17.0 ton de azúcar/ha. en caña monocultivo y 17.3 ton de azúcar/ha. para caña asociada respectivamente (2).

Una estrategia usada en sistemas de caña de azúcar asociada con cultivos anuales para disminuir el efecto competitivo del cultivo anual

sobre la caña de azúcar, ha sido la utilización de variedades precoces. Este método fué utilizado en Mauririus evitando de esta manera el efecto adverso de maíz con densidades de población de 19,000 plantas/ha., sobre el rendimiento de caña de azúcar (24).

#### 4.5. Caña de Azúcar Asociada con Frijol Común:

En 1980-82 en Tepetzingo, Morelos (México); se estudió la fenología, el rendimiento y los componentes del rendimiento del frijol y la caña de azúcar cuando se desarrollan como cultivos intercalados. Los tratamientos fueron: 1) Caña sola, 2) Caña intercalada con frijol y 3) Frijol solo. Se usó la tecnología de producción utilizada por los agricultores de la región. Las conclusiones fueron: 1) La caña no afectó el rendimiento de semilla, a sus componentes y la biomasa del frijol, 2) El frijol de hábito de crecimiento determinado no afectó el rendimiento ni sus componentes de la caña de azúcar y 3) El cultivo intercalado de caña y frijol hace un uso más eficiente de los fertilizantes y luz (30).

En el estudio realizado en el Ingenio Mayaguez (Colombia), de caña de azúcar intercalada con frijol, el objetivo primordial del estudio fué observar el efecto del frijol sobre el desarrollo y producción de caña. Los tratamientos fueron caña de azúcar con Nitrógeno al fondo del surco, caña de azúcar más frijol con Nitrógeno al fondo del surco, caña de azúcar con frijol con Nitrógeno al fondo del surco y Fósforo más Potasio aplicados en las calles. La cosecha del frijol de la variedad Calima fué a los 83 días, el frijol variedad Caraota a los 90 días y la caña de azúcar fué de 12.2 meses. Los resultados obtenidos fueron: 1) No hubo diferencia significativa en los resultados de producción obtenidos para la caña, tanto cuando se sembró frijol intercalado como cuando se sembró sola; el frijol

no afectó en ninguna forma el desarrollo y producción de la caña. 2) No hubo respuesta marcada de los dos cultivos, caña y frijol, a aplicaciones de Fósforo y Potasio, luego se podría concluir que sí estos dos elementos se encuentran en buenos contenidos en el suelo no hace falta aplicarlos a éste tipo de siembra. 3) Los resultados de producción de caña obtenidos en esta siembra fueron superiores al promedio de una plantilla en el Ingenio debido al Nitrógeno que le proporcionó el cultivo de las leguminosas. Pues como es bien conocido las leguminosas poseen la característica de fijar el Nitrógeno del aire, cuando están asociados con la bacteria *Rhizobium* por lo tanto son las más apropiadas para otras gramíneas u otro tipo de plantas que extraen considerables cantidades de Nitrógeno del suelo (12).

En la evaluación hecha por Maldonado en el Centro de Agricultura Tropical Buluxyá asociando frijol común variedades Suchitán y Tamazulapa con caña de azúcar; de acuerdo a los resultados, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos para las variables de caña de azúcar (ton/ha.) y azúcar (lb/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. Dentro de las conclusiones del trabajo, dice que dentro de los elementos del clima, la precipitación fué determinante en la obtención de altos rendimientos en frijol Suchitán y en frijol Tamazulapa; así también indica que la práctica de asociar caña de azúcar con frijol común resulta benéfico para la caña, aumentando su rendimiento en peso por unidad de área y en azúcar/ton de caña cosechada; así mismo dice que los cultivos asociados con caña de azúcar fueron más eficientes en el uso de la tierra, que sus monocultivos (18).

En el trabajo realizado por Montoya (19), en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande en asocio de caña de azúcar con frijol común en dos localidades de la Unidad, con caña variedad CP-57603, las cuales eran de primera soca; y con frijol variedad Jutiapán sembrándose en dos distánciamientos distintos entre plantas (0.20 m. colocádo dos semillas por postura y 0.06 m. o sea al chorrillo) y entre surcos 0.50 m. el cual fué constante a un mes de realizado el corte de caña. Las condiciones de este estudio fueron: 1.- En las variables evaluadas en el sistema caña de azúcar- frijol y en monocultivo no existieron diferencias significativas, pero, que los sistemas asociados presentaron tendencia en las diferentes producciones a ser mayor que el sistema caña de azúcar monocultivo en el rendimiento en peso de la caña/ha., rendimiento de azúcar en lbs/ton., ton/ha., grados brix refractométrico y en la utilización equivalente de la tierra (UET). 2.- En el crecimiento y desarrollo del frijol en asocio con caña de azúcar de primera soca, fué afectado por la competencia de la caña de azúcar, competencia entre el frijol y el de malezas por el espacio vital, nutrimentos, falta de fertilización y la competencia de la luz cuando la caña se cerró en el surco, lo cual coincide con la etapa de mayor crecimiento del frijol. Otro factor que se observó fue el desarrollo de las raíces, por ser muy fibrosa típica de las gramíneas, se encontraba desarrollada cuando se colocó la semilla de frijol a 0.65 m. de la base del tallo, por lo cual existió una competencia a temprana edad del frijol; estas fueron las posibles causas para que los tratamientos asociados especialmente cuando se sembró el frijol al chorrillo dieran el menor resultado.

## 5. MATERIALES Y METODOS:

### 5.1. Localización y Descripción del Sitio Experimental:

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala; la cual se localiza a  $14^{\circ} 22' 03''$  Latitud Norte y  $90^{\circ} 49' 48''$  Longitud Oeste, en la vertiente Sur de la República de Guatemala, en la Aldea El Rodeo Municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla.

### 5.2. Condiciones Climáticas:

La obtención de datos meteorológicos se obtuvo en la estación tipo "B" adscrita al Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y situada en la Unidad Productiva Sabana Grande, los cuales son los siguientes 1/ (7).

- a) Humedad relativa media = 77.7%
- b) Evaporación a la sombra = 3.66 mm.
- c) Precipitación media anual = 3,095 mm.
- d) Días de lluvia promedio = 155.7
- e) Promedio de temperatura
  - mínima =  $17.84^{\circ}\text{C}$
  - máxima =  $29.21^{\circ}\text{C}$
- f) Temperatura media anual =  $23.78^{\circ}\text{C}$

---

1/ Promedio de 12 años de Registro

### 5.3. Condiciones del Suelo:

Los suelos de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande de acuerdo con el estudio realizado por Perdomo (25) se clasifican dentro de la serie Alotenango con textura franco-arenosa, fase ligeramente erosionada y permeable.

### 5.4. Cultivos Seleccionados:

a) Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.): La variedad utilizada fué la Q-102; la cual se adapta muy bién a suelos sueltos, profundos, fértiles y bién drenados. Su rendimiento en ciclo de plantilla oscila entre 80 a 90 ton/Mz. con un rendimiento de azúcar entre 190 a 200 lb/ton de caña. Su clasificación por maduración es intermedia (12 a 14 meses). Estos datos corresponden a condiciones de caña sembrada en monocultivo. La Q-102 presenta tallos grandes de color rojizo con manchones verde-amarillentos, los cuales alcanzan una altura promedio de 3.3 a 3.5 m. al final del ciclo de crecimiento (12 meses). El número de hojas activas antes de la cosecha es de 10 por tallo, su ahijamiento por metro lineal es de 22. Presenta además un tipo de copa abierta, lo que hace tener un cierre de calle rápido (28).

b) Frijol Común (Phaseolus vulgaris L.): La variedad utilizada es la Tamazulapa, es de color negro y hábito de crecimiento II, es decir, indeterminado arbustivo con guía corta y larga en zonas bajas. Las flores

son de color púrpura y la vaina de color morado cuando maduras y de color rojizo a la cosecha. El número de vainas por planta es de 16.5 con 5.7 semillas por vaina en promedio y un rendimiento de 26 quintales en condiciones de monocultivo. Esta variedad ha demostrado resistencia moderada al Mosaico Dorado, Mosaico Común y a la Roya; también es tolerante al ataque del Picudo de la Vaina y a insectos del género Empoasca, vectores de enfermedades viróticas

#### **5.5. Diseño Experimental:**

El diseño experimental fué de bloques al azar con 3 repeticiones con arreglo combinatorio  $3^2$ .

#### **5.6. Tamaño de la Parcela:**

La unidad experimental fue de  $75 \text{ m}^2$  (7.5 m. X 10 m.) y la parcela útil fué de  $36 \text{ m}^2$ . Las unidades experimentales están constituidas de 5 surcos de ancho, distanciados entre sí a 1.50 m. con un largo de 10 m., lo que hace un total de  $75 \text{ m}^2$  de área bruta (Fig.1) (1).

Para los datos de rendimiento se tomaron 3 surcos de caña de azúcar; en cuanto al frijol varió según el arreglo espacial, siendo de 9 surcos para el arreglo de surco triple, 6 surcos para el arreglo de surco doble y 4 surcos para el arreglo de surco simple.

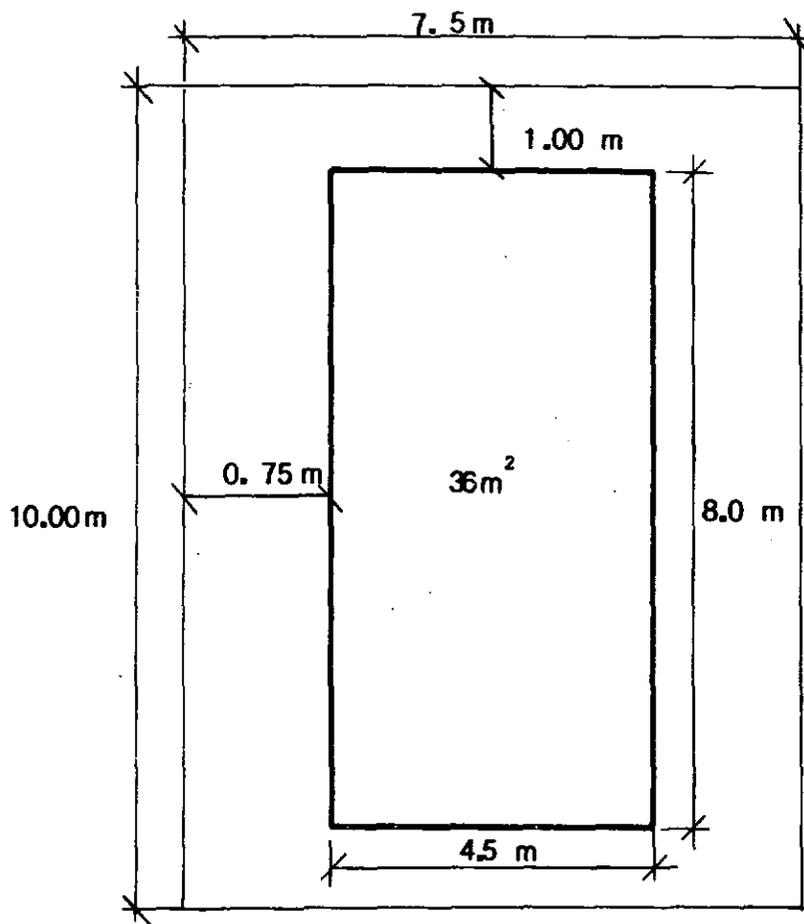


Fig. 1 Tamaño de la unidad experimental y la parcela útil en los sistemas de cultivos.

## 5.7. Factores por Estudiar:

### 5.7.1. Factor A:

#### 5.7.1.1. Arreglo Espacial:

a) Surco Simple: Bajo esta modalidad, se introdujo un surco de frijol dentro de cada surco de caña de azúcar distanciado 0.75 m. del surco de caña y 0.50 m. entre plantas de frijol, colocándo dos plantas por postura, lo cual dió una población de 22,222 plantas de frijol/ha. (Fig. 2) (18).

b) Surco Doble: En esta modalidad se sembraron dos surcos de frijol entre los surcos de caña de azúcar distanciados 0.50 m. del surco de caña y 0.50 m. entre surcos de frijol, con 0.50 m. entre plantas de frijol, dejando dos plantas por postura, lo cual dió una población de 44,444 plantas de frijol/ha. (Fig. 2) (18).

c) Surco Triple: La última modalidad fué introducir tres surcos de frijol dentro de cada surco de caña de azúcar. El distanciamiento fué de 0.25 m. del surco de caña y 0.50 m. entre surcos de frijol, siempre dejando dos plantas por postura, lo cual dió un total de 66,666 plantas de frijol/ha. (Fig. 2) (18).

Caña de Azúcar: Esta fué sembrada a 1.50 m. entre surcos; y el sistema de siembra fué de cadena simple (Fig.1) (18).

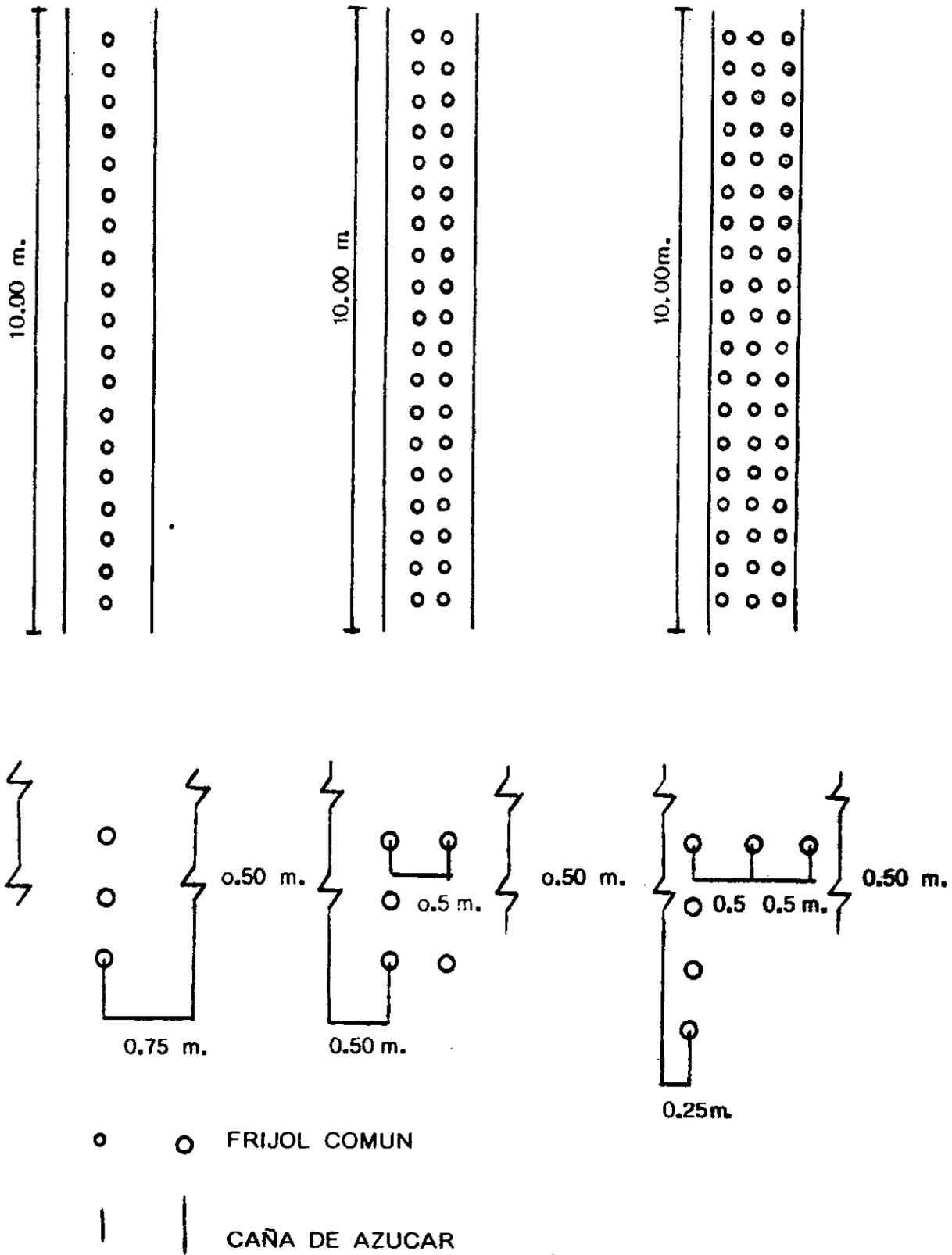


Fig. 2. Arreglos espaciales de frijol común asociado con caña de azúcar.

## 5.7.2. Factor B:

### 5.7.2.1. Fertilización Nitrogenada:

Los niveles de fertilización nitrogenada que fueron evaluados son: 50 - 100- 150 kg/ha.. La fuente utilizada fue Urea al 46% de nitrógeno.

En los trabajos realizados de asociación de frijol común con caña de azúcar se ha utilizado solo un arreglo espacial y un nivel de fertilización; sin embargo se desconoce si otras opciones de ambos aspectos son mejores que el probado o experimentado. Lo anterior fué la base para el diseño de los niveles de los factores del presente trabajo.

## 5.8. Modelo Estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \beta_k + E_{ijk}$$

$\mu$  = Media General

$\alpha_i$  = Efecto de la  $i$  ...ésima modalidad del Factor A

$\gamma_j$  = Efecto de la  $j$  ...ésima modalidad del Factor B

$\alpha\gamma_{ij}$  = Efecto de la interacción de los Factores AB

$\beta_k$  = Efecto del  $k$  ...ésimo bloque

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

CUADRO 1. Descripción de los tratamientos evaluados en la asociación caña de azúcar-frijol común en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, 1986.

Número de Tratamientos	Nivel de Fertilización Nitrógenada kg/ha.	Nivel de Arreglo Espacial de frijol común.
1	50	Surco Simple
2	50	Surco Doble
3	50	Surco Triple
4	100	Surco Simple
5	100	Surco Doble
6	100	Surco Triple
7	150	Surco Simple
8	150	Surco Doble
9	150	Surco Triple

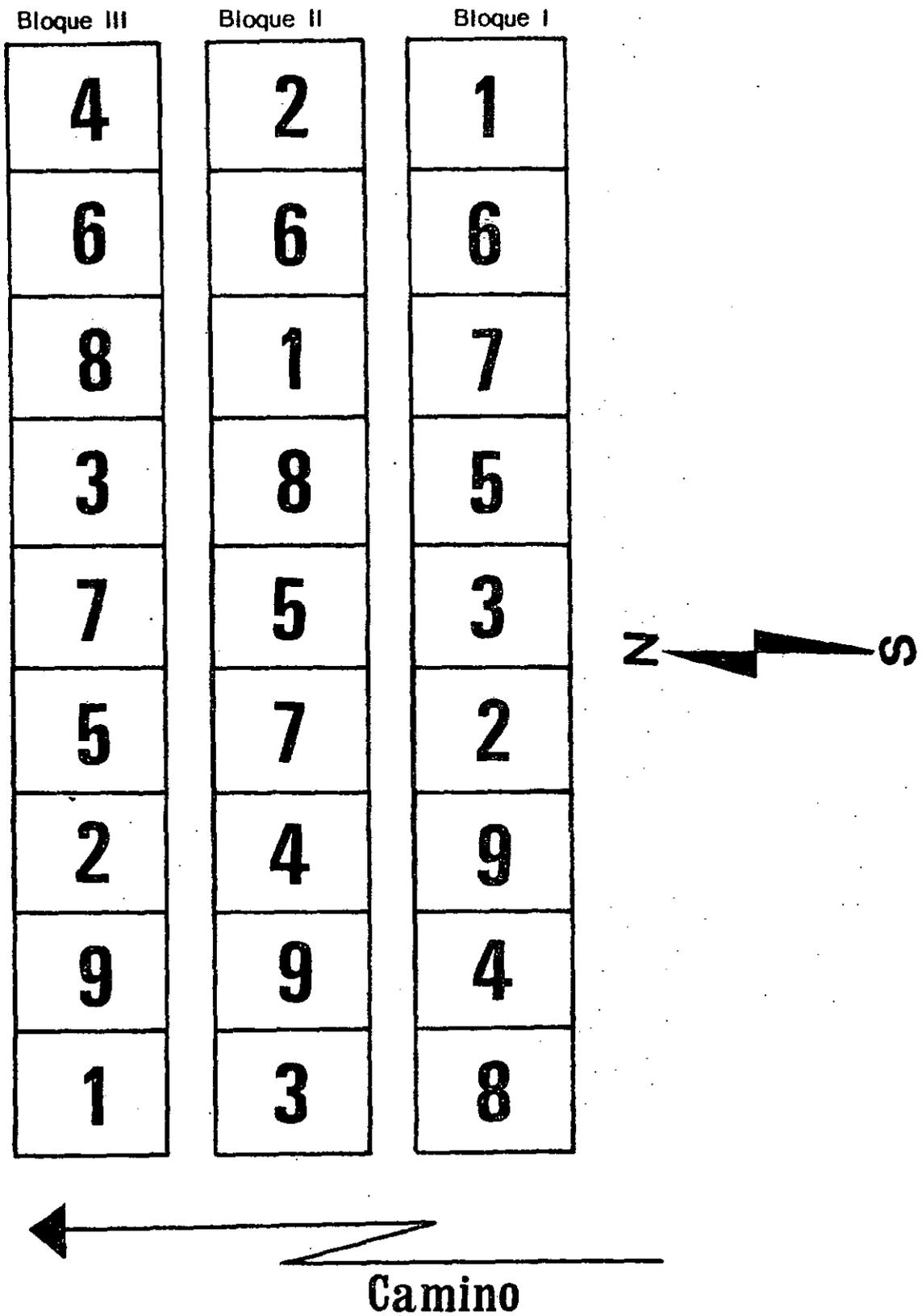


Fig. 3 Disposición de los distintos tratamientos en cada bloque.

## 5.9. Análisis de Suelo:

CUADRO 2. Análisis de laboratorio del suelo del pante La Estación en donde se instaló el experimento asociación de caña de azúcar-frijol común con tres niveles de fertilización nitrógenada y tres arreglos espaciales realizado en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, 1986.

pH	P	K	Ca	Mg
	µg/ml de suelo		Mg/100 ml de suelo	
6.4 *	2.9 **	88**	9 *	3 *

Fuente: Laboratorio de Suelos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

\* = Adecuado

\* \* = Deficiente

De acuerdo con el análisis de laboratorio de suelos, puede observarse que el nivel de Fósforo y Potasio se encontraban deficientes y limitantes para el crecimiento de los cultivos; por el contrario el pH, el Calcio y el Magnesio se encontraron en niveles adecuados para el desarrollo, tanto de la caña de azúcar como para el del frijol común.

## 5.10. Manejo del Ensayo:

### 5.10.1. Siembra:

El método utilizado fué poniendo 10 yemas por metro lineal, empleando de 6 a 7 ton de semilla/ha. y en el frijol se sembraron 4 semillas por postura para asegurar la población de plantas y luego se realizó un raleo 10 días después de la siembra, dejando dos plantas por postura. La siembra de ambos cultivos se hizo en forma simultánea.

### 5.10.2. Fertilización:

El nivel de fertilización aplicado al sistema frijol-caña de azúcar fué de : 80 kg de  $P_2O_5$  y 100 kg de  $K_2O$  por hectárea. El nivel de nitrógeno se aplicó de acuerdo a los tratamientos (18).

### 5.10.3. Epoca, Fuente del Fertilizante y Forma de Aplicación:

Se aplicó 1/3 del N y todo el  $P_2O_5$  y  $K_2O$  al momento de la siembra y los otros 2/3 de N a los 30 días después de la siembra en banda lateral e incorporado al suelo. Utilizándose como fuente de fertilizante: **Nitrógeno:** Urea al 46% de N., de **Fósforo:** Triple Superfosfato al 46% de  $P_2O_5$  y **Potasio:** Muriato de Potasio al 60% de  $K_2O$  (18).

### 5.10.4. Control de Malezas:

Esta labor se hizo en forma manual realizándose dos limpiezas en el frijol y cuatro en la caña de azúcar.

#### 5.10.5. Control de Plagas y Enfermedades:

Para controlar plagas de suelo y follaje en el frijol se aplicó el insecticida Carbofuran (FURADAN 5G\*) al momento de la siembra a razón de 1.0 kg de i.a./ha.; para el control de las enfermedades del frijol se realizaron cuatro aplicaciones de los siguientes fungicidas en forma alterna Mancozeb (DITHANE M-45\*) y Benomyl (BENLATE\*) a razón de 1.0 kg de i.a./ha. respectivamente.

#### 5.11. Cosecha:

##### a) Frijol Común:

Este se cosechó a los 99 días después de la siembra.

##### b) Caña de Azúcar:

Se cosechó 312 días después de sembrada.

### 6. VARIABLES RESPUESTA:

#### 6.1. Rendimiento y sus Componentes:

a) Frijol Común: Se evaluó el rendimiento de grano en kg/ha. y los componentes primarios del rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso seco de 100 semillas.

---

\* Marca Registrada del Producto Comercial.

b) Caña de Azúcar: Se evaluó el rendimiento de caña de azúcar en peso (ton/ha.) y rendimiento de azúcar en ton/ha., kg/ton. y lb/ton.

c) Producción Total de Alimentos (PTA): Consiste en hacer la sumatoria de la producción de ambos cultivos (caña de azúcar-frijol) en ton/ha.. Luego a este resultado se le aplicó el análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas.

## 6.2. Análisis de la Información:

Se hizo análisis de varianza (ANDEVA) para las variables:

- Número de vainas por planta
- Número de semillas por vaina
- Peso seco de 100 semillas
- Rendimiento de frijol en kg/ha.
- Rendimiento de caña de azúcar en peso ton/ha.
- Rendimiento de azúcar en ton/ha., kg/ton y lb/ton
- Producción Total de Alimentos (PTA) en ton/ha.

Y a los análisis que mostraron diferencias significativas se les efectuó una prueba de Tukey.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION:

### 7.1. Rendimiento de los Cultivos:

#### 7.1.1. Caña de Azúcar:

De acuerdo con el análisis de varianza, la variable rendimiento de caña de azúcar en peso, no fué afectada por ninguno de los tratamientos como se ilustra en el Cuadro 3. Resultados similares fueron obtenidos por Maldonado Muñoz (18), quien no encontró diferencias significativas en caña de azúcar asociada con frijol. El resultado anterior también concuerda con otros autores (19, 30) quienes tampoco han encontrado efecto del cultivo anual sobre la caña de azúcar.

El máximo rendimiento de caña se obtuvo con el tratamiento de 100 kg de N/ha. y surco doble de frijol entre los surcos de caña de azúcar (tratamiento 5), con un valor de 56.5 ton de caña/ha. (Cuadro 4). Por el contrario el rendimiento menor se obtuvo con el tratamiento de 100 kg de N/ha. y surco simple de frijol asociado con caña de azúcar (tratamiento 4), con valor de 43.7 ton de caña/ha. (Cuadro 4). Lo anterior demuestra que el efecto de la posible mayor competencia del surco doble de frijol en comparación con el surco simple, no afectó el rendimiento de caña, lo cual se debió probablemente, a la mayor cantidad de nitrógeno aportado por la leguminosa en dicho tratamiento; como consecuencia de la mayor biomasa producida con el surco doble de frijol y al aprovechamiento por parte de la caña de azúcar del nitrógeno fijado por el frijol común.

**CUADRO 3.** Valores de F Calculada y F Tabulada para las Diferentes Variables Evaluadas en Caña de Azúcar asociada con Frijol Común bajo tres niveles de fertilización nitrógenada y tres arreglos espaciales realizado en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, 1986

Fuente de Variación	G.L.	Rend. de Caña		Rendimiento de Azúcar		Rend. de Frijol	Peso Seco	# vainas/ planta	# sem. vaina	PTA <u>1/</u>	F. Tabulada	
		ton/ha.	ton/ha	kg/ton	lb/ton	kg/ha	100 sem. gr.			ton/ha.	0.05	0.01
Bloque	2	16.17ns.	12.65ns.	1.54ns.	1.54ns.	8.21ns.	1.06ns.	2.40ns.	17.22ns.	14.07ns.	3.63ns.	6.23ns.
Tratamiento	8	1.18ns.	1.68ns.	1.65ns.	1.64ns.	11.82ns.	0.85ns.	0.83ns.	2.61ns.	1.79ns.	2.59ns.	3.89ns.
Factor A	2	0.17ns.	0.21ns.	0.07ns.	0.07ns.	45.25**	0.20ns.	0.22ns.	2.02ns.	0.95ns.	3.63ns.	6.23ns.
Factor B	2	2.42ns.	2.68ns.	1.39ns.	1.38ns.	0.11ns.	0.23ns.	1.00ns.	6.62**	2.58ns.	3.63ns.	6.23ns.
A x B	4	1.06ns.	1.92ns.	2.56ns.	2.56ns.	1.82ns.	1.48ns.	1.05ns.	0.90ns.	1.82ns.	3.01ns.	4.77ns.
Error	16											
Total	26											
C.V.(%)		12.99	14.86	5.29	5.29	17.70	2.60	17.92	2.34	14.01		

\* = Significativo al 5%

\*\* = Significativo al 1%

n.s. = No significativo

1/ PTA = Producción total de alimentos.

**CUADRO 4** Rendimiento de caña en peso y azúcar promedio de tres repeticiones en caña de azúcar asociada con frijol común con tres arreglos espaciales y tres niveles de fertilización nitrógenada realizado en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, 1986.

Tratamiento	Rendimiento de Caña de		Rendimiento de Azúcar		
	Azúcar en	ton/ha.	ton/ha.	kg/ha.	lbs/ton.
1	50.3		5.2	102.9	226.38
2	55.8		6.3	113.2	249.04
3	48.8		4.9	100.6	221.32
4	43.7		4.6	103.7	228.14
5	56.5		6.2	110.2	242.44
6	51.8		5.4	105.2	231.44
7	49.4		5.4	108.5	238.70
8	51.6		5.3	102.6	225.72
9	56.3		6.2	108.3	238.26

#### 7.1.2. Azúcar:

La calidad de la caña de azúcar evaluada en términos de rendimiento de azúcar en ton/ha., kg/ton de caña y lbs/ton de caña, no fué afectada significativamente por ninguno de los tratamientos según el análisis de varianza (Cuadro 3); sin embargo, el máximo rendimiento de azúcar se obtuvo con el tratamiento de 50 kg de N/ha y surco doble de frijol (tratamiento 2), con valor de 6.3 ton/ha., 113.2 kg/ha y 249.04 lbs de azúcar/ton de caña (Cuadro 4). Bajo las mismas condiciones de clima y suelo, los resultados obtenidos en el presente trabajo superaron a los rendimientos de azúcar obtenidos por Montoya Castañeda (19), que fué



Fig. 4 Máximo rendimiento de caña en peso, tratamiento de 100 kg de N/ha y surco doble de frijol.

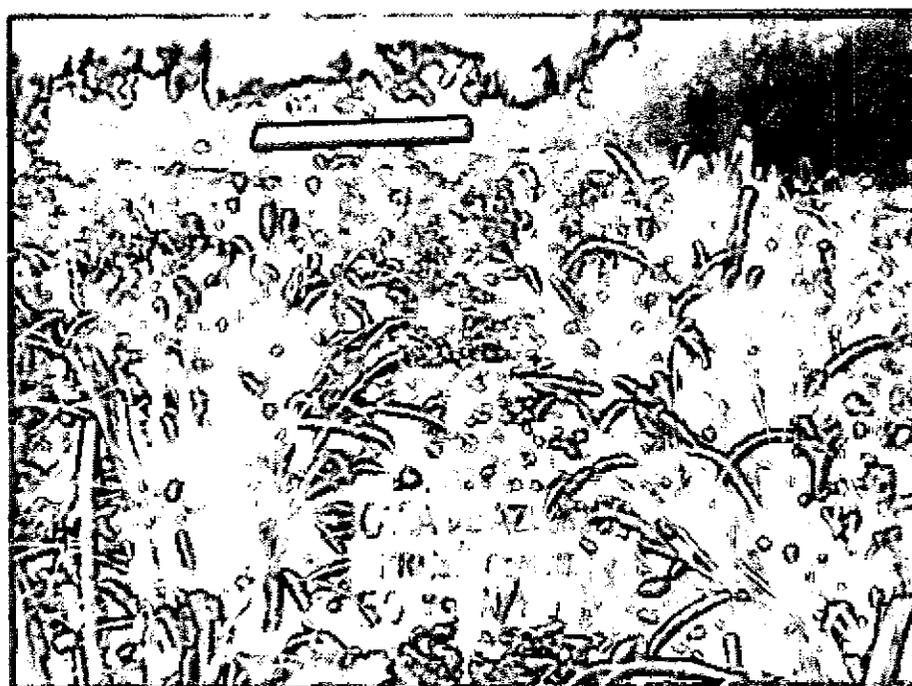


Fig. 5 Rendimiento máximo de azúcar, tratamiento de 50 kg de N/ha y surco doble de frijol.

### 7.1.3. Frijol:

El rendimiento de frijol como se puede observar en el Cuadro 3 fué afectado significativamente por el arreglo espacial (Factor A). De acuerdo con la prueba de medias, el arreglo de tres surcos de frijol entre surcos de caña (A ) superó en 100 y 396 kg de frijol/ha al arreglo de surco doble (A ) y al surco simple (A ) respectivamente (Cuadro 5), siendo diferente significativamente con el arreglo de un surco de frijol entre surco de caña de azúcar.

**CUADRO 5. Prueba de Tukey al 1% para el factor Arreglo Espacial de la variable Rendimiento de Frijol en kg/ha. en la asociación caña de azúcar-frijol común realizado en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, 1986.**

MODALIDAD DEL FACTOR "A"	MEDIA	TUKEY AL 1%
<b>Arreglo Espacial</b>		
Surco Triple (A )	684.60	a <u>1/</u>
Surco Doble (A )	585.30	ab
Surco Simple (A )	288.40	b

1/ Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

El rendimiento mayor se obtuvo con el tratamiento de surco triple con 150 kg de N/ha. (tratamiento 7), con valor de 727.4 kg de frijol/ha (Cuadro 6). El rendimiento de frijol obtenido en el presente trabajo superó al obtenido por Maldonado Muñoz (18) y Montoya Castañeda (19); los cuales usaron arreglos espaciales de frijol asociado con caña de azúcar similares a los estudiados en este trabajo, con el cual se obtuvo el máximo rendimiento.

**CUADRO 6. Rendimiento de Frijol 1/ y sus componentes del rendimiento así como el PTA obtenidos en la asociación caña de azúcar-frijol común en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, 1986.**

Tratamientos	Rendimiento de Frijol kg/ha.	no. vainas por planta	Componentes del Rendimiento		Producción Total de Alimentos (PTA) <u>2/</u> ton/ha.
			no. semillas por vaina	Peso Seco de 100 semillas gr.	
1	266.8	35.1	6.0	19.4	5.4
2	312.6	37.7	6.0	19.5	6.6
3	286.5	45.5	6.2	19.8	5.2
4	531.8	41.6	6.1	19.6	5.1
5	574.2	44.8	6.2	19.9	6.7
6	649.2	38.3	6.3	19.5	6.1
7	727.4	36.8	6.0	19.9	6.1
8	678.9	38.9	5.9	19.1	6.0
9	647.6	44.0	6.3	19.6	6.8

1/ Promedio de tres repeticiones.

2/ PTA = Es la suma de los rendimientos de azúcar y de frijol, expresada en ton/ha.

En cuanto a los componentes del rendimiento de frijol, el número de semillas por vaina fué el único en el cual se determinaron diferencias estadísticas significativas, debido al efecto de la fertilización nitrógenada (Factor B), (Cuadro 3); correspondiendo al nivel de 150 kg de N/ha. el mayor valor que fué de 6.3 semillas por vaina, siendo diferente significativamente del nivel de 50 kg de N/ha. con valor de 6.0 semillas por vaina (Cuadro 7).

**CUADRO 7. Prueba de Tukey al 1% para el factor Nivel de Fertilización Nitrógenada de la variable número de semillas por vaina, en la asociación de frijol con caña de azúcar en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla, 1986.**

MODALIDAD DEL FACTOR "B" Fertilización Nitrógenada	MEDIA	TUKEY AL 1%
150 kg de N/ha. (B )	6.3	a <sup>1/</sup>
100 kg de N/ha. (B )	6.1	ab
50 kg de N/ha. (B )	6.0	b

1/ Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

#### 7.1.4. Producción Total de Alimentos:

La producción total de alimentos del sistema de cultivo caña de azúcar-frijol común no fué afectada por ninguno de los tratamientos aplicados y por ende ninguno de los factores estudiados (Cuadro 3); obteniéndose 6.8 ton/ha en el tratamiento con los niveles máximos de cada factor (tratamiento 9); es decir, surco triple con 150 kg de N/ha. (Cuadro 6). La menor producción total de alimentos se obtuvo con 100 kg de N/ha y surco simple de frijol (tratamiento 4); siendo este valor fuertemente determinado por el rendimiento de caña de azúcar, ya que fué el menor rendimiento obtenido en dicho trabajo.



Fig. 6 Máximo rendimiento de frijol y de producción total de alimentos (PTA), tratamiento de 150 kg de N/ha y surco triple de frijol.



Fig. 7 Efecto de la fertilización nitrógenada, mayor número de semillas por vaina en el nivel de 150 kg de N/ha.

## 8. CONCLUSIONES:

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

a) La caña de azúcar tanto en peso como en azúcar no fué afectada por el arreglo espacial del frijol común, ni por la fertilización nitrogenada.

b) El rendimiento de frijol común fué afectado por el arreglo espacial del mismo, obteniéndose mayor rendimiento a mayor número de surcos de frijol sembrados entre surcos de caña de azúcar.

c) La mayor producción del sistema caña de azúcar-frijol común se obtuvo con los mayores niveles de cada factor (surco triple de frijol común con 150 kg de N/ha.).

## 9. RECOMENDACIONES:

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

a) Evaluar otras variedades de frijol, con el objetivo de incrementar el rendimiento del cultivo anual.

b) Evaluar otras especies de leguminosas que se adapten al trópico húmedo.

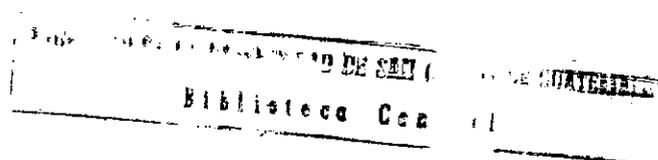
**9. BIBLIOGRAFIA:**

1. ALVAREZ CAJAS, V.M. 1982. Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) bajo condiciones de la Finca Bulxbuyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
2. ARBOLEDA, R.; et al. 1979. El cultivo de maíz intercalado en siembras de caña de azúcar. Nueva Agricultura Tropical (Col.) 31(7):37.
3. ARRIOLA RUIZ, J. 1984. Evaluación de la asociación soya-maíz (Glycine max - Zea mays L.) en diferentes arreglos espaciales bajo condiciones de laboreo del suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
4. BAINS, S.A.; DAYANAND; SINGH, K.N. 1970. A note on relative performance of different intercrops in sugarcane. Indian Journal of Agronomy (India) 15(1):88.
5. BHOJ, R.L.; KAPOOR, P.C. 1971. Intercropping of maize in spring planted sugarcane gives high profits with adequate nitrogen use. Indian Journal of Agronomy (India) 15(3):242-246.
6. BRENES, O.C. 1981. Los cultivos asociados y el combate de malezas. Turrialba, C.R., CATIE. 13 p.

7. COBAQUIL, A.R. 1984. Estudio de niveles de N-P-K- para fertilización en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 14-16.
8. COLETTO, V.S. 1964. Let us practica catcha cropping. Agricultural and Industrial Life (EE.UU) 26(2):30.
9. DAYANAND; GOSWANI, N.N. 1976. Green-gram a suitable intercropping sugarcane. Indian Farming (India) 26(4):10-13.
10. DESHPANDE, P.M.; NANKAR, J.T. 1977. Effect of intercropping on yield of seasonal sugarcane and on net returns in Marathwoda region. Indian Sugar (India) 27(5):261-263.
11. GARCIA ARCHILA, A.E. 1977. Estudio competitivo de seis variedades de cawpea y caña de azúcar en la Finca Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
12. GARCIA PUERTA, C.; FRANCO ARANGO, R. s.f. Siembra intercalada: caña de azúcar-frijol efectuada en el Ingenio Mayaguez. s.n.t. p. 1-9.
13. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1984. ICTA Quetzal, ICTA Tamazulapa. Variedades de frijol resistentes a mosaico dorado. Guatemala. Desplegable.

14. HART, R.D. 1980. 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 (1980, Cerro Verde, El Sal.), Memoria. Turrialba, C.R., CATIE. p. 11-40.
15. HART, R.D. 1980. Agro-ecosistemas conceptos básicos. Turrialba, C.R., CATIE. Serie de Materiales para Enseñanza no. 1 Programa de Cultivos Anuales. s.p.
16. KRUTMAN, S. 1968. Cultura consorciada cana x frijoeiro; primeros resultados. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Bra.) 3:127-134.
17. LEDESMA, F.I.; VILLARICO, E.S. s.f. Intercropping sugarcane with mugbean, soybean, rice and corn. Vistorias Agricultural Research (Philippines) no.14:35.
18. MALDONADO, S.I. 1984. Evaluación agronómica del sistema de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) asociado con leguminosas de grano, frijol común (Phaseolus vulgaris L.), caupí (Vigna unguiculata. Walp) y soya (Glycine max. L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 4-15.
19. MONTOYA, A.O. 1985. Análisis agroeconómico de la asociación frijol-caña de azúcar (Phaseolus vulgaris L. - Saccharum officinarum L.) bajo las condiciones de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.

20. MORENO, R.A. 1980. 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 (1980, Cerro Verde, El Sal.). Memoria Turrialba, C.R., CATIE. p. 223-257.
  
21. \_\_\_\_\_. 1979. Algunos sistemas de producción de cultivos anuales de pequeños agricultores. In Curso sobre Control Integrado de Plagas en Sistemas de Producción de Cultivos para Pequeños Agricultores. Turrialba, C.R. CATIE. 1:35-36.
  
22. NOURS, H.A. 1971. Sugarcane in United Arab Republic with intercropping bean. Sugar Journal 33(11):28-29.
  
23. ORTEGA CARTAYA, E. 1981. Desarrollo de enfermedades en asociaciones de cultivo bajo diferentes tipos de manejo. Turrialba, C.R., CATIE. 21 p.
  
24. PILLAY, A.R.; MAMET, J.R. 1978. Intercropping sugarcane with maize. Experiment Agriculture. 14(2):161-166.
  
25. PERDOMO, R. 1968. Estudio de génesis, morfología, propiedades físicas, químicas y meneralógicas y cartografía de los suelos de la Finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala; Instituto Geográfico Nacional. 73 p.



26. RANDHAWA, K.S. 1972. Raise intercrops in sugarcane for higher returns. *Indian Farming (India)* 21(11):33-34.
27. SARAVIA GOMEZ, L.F. 1985. Características botánicas y agroindustriales, variedad de caña de azúcar Q-102. Guatemala Departamento de Experimentación Agrícola, Asociación de Azucareros de Guatemala. (Correspondencia personal).
28. SARAVIA GOMEZ, L.F. 1982. Efecto del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el cultivo caña de azúcar sobre la serie de suelos guacalate-franco en Guatemala. *In* Asociación de Azucareros de Guatemala. Departamento Técnico, Estaciones Experimentales. Memoria. 14 p.
29. SOTO, J.A. 1981. Comportamiento de las plagas en el cultivo asociado. Turrialba, C.R., CATIE. 21 p.
30. VASQUEZ, J.M.P.; SHIBATA, K. 1983. Fenología, rendimiento y componentes del rendimiento del frijol, Phaseolus vulgaris L. y la caña de azúcar, Saccharum officinarum L., como cultivos intercalados. *Chapingo (Méx.)* 8(39):31-35.

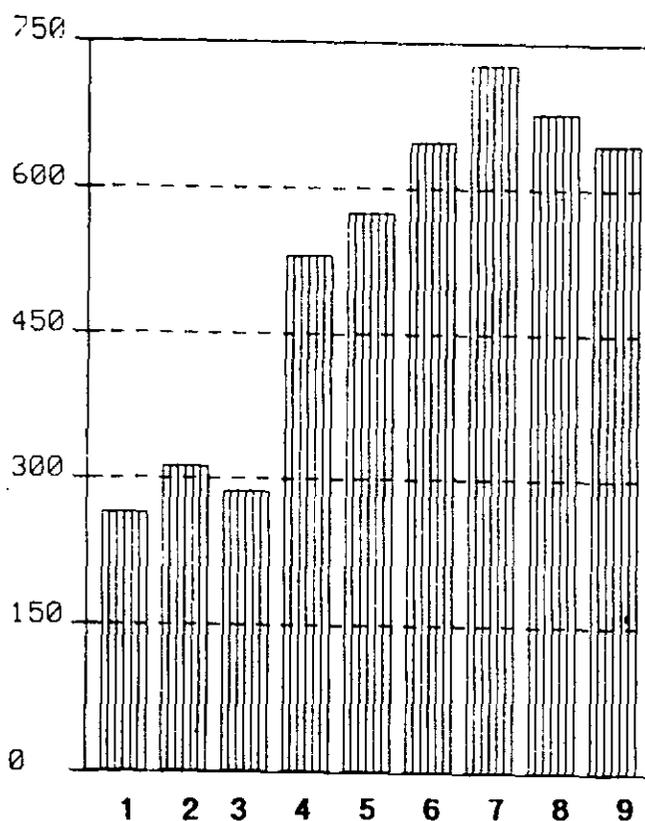
10.00.  
Patru alle



## 10. APENDICE.

T (1) = 266  
 T (2) = 312.6  
 T (3) = 286.5  
 T (4) = 531.8  
 T (5) = 574.4  
 T (6) = 649.2  
 T (7) = 727.4  
 T (8) = 678.9  
 T (9) = 647.6

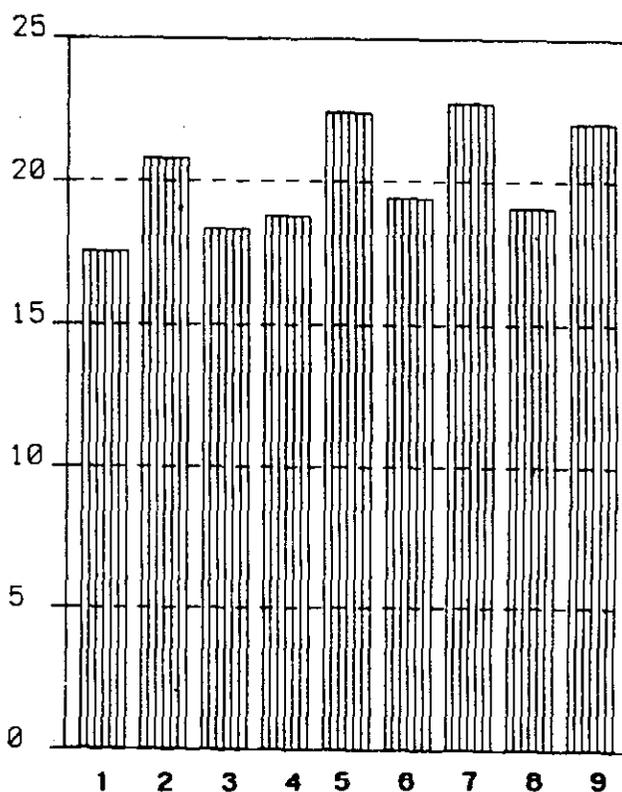
Total = 4674.9



1A. Gráfica del rendimiento de frijol por tratamientos kg/ha.

T (1) = 17.55  
 T (2) = 20.8  
 T (3) = 18.4  
 T (4) = 18.45  
 T (5) = 22.4  
 T (6) = 19.45  
 T (7) = 22.75  
 T (8) = 19.15  
 T (9) = 22

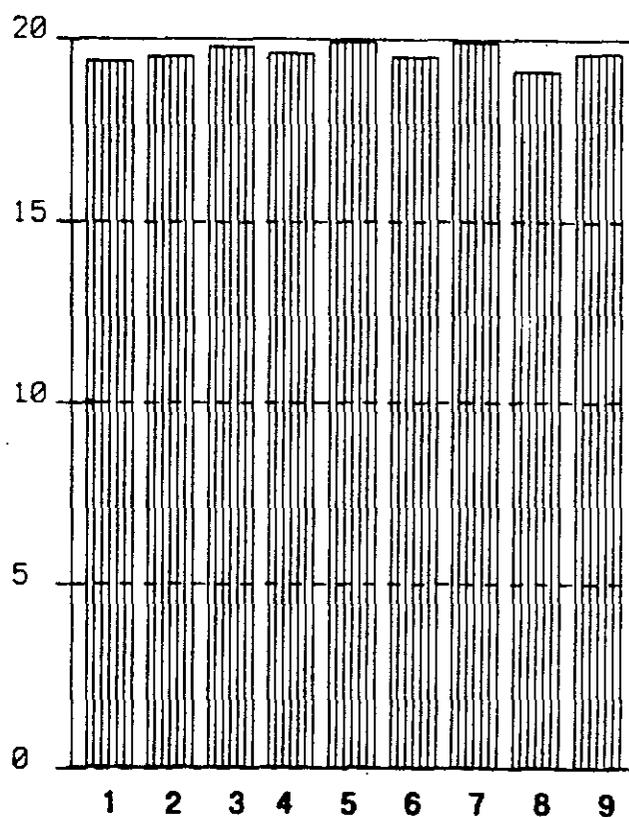
Total = 181.35



2A. Gráfica de número de vainas por planta por tratamientos.

T (1) = 19.4  
 T (2) = 19.5  
 T (3) = 19.8  
 T (4) = 19.6  
 T (5) = 19.9  
 T (6) = 19.5  
 T (7) = 19.9  
 T (8) = 19.1  
 T (9) = 19.6

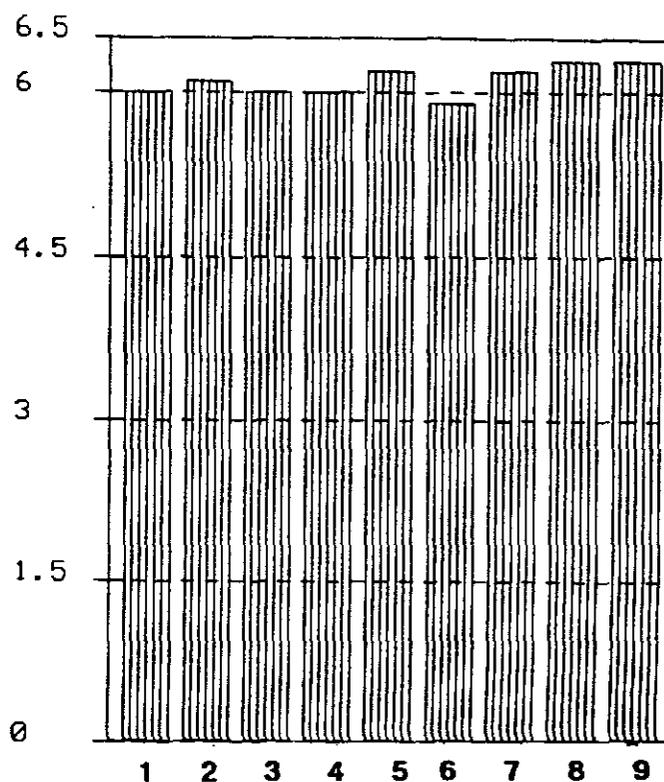
Total = 176.3



3A. Gráfica del peso seco de 100 semillas por tratamiento gr. .

T (1) = 6  
 T (2) = 6.1  
 T (3) = 6  
 T (4) = 6  
 T (5) = 6.2  
 T (6) = 5.9  
 T (7) = 6.2  
 T (8) = 6.3  
 T (9) = 6.3

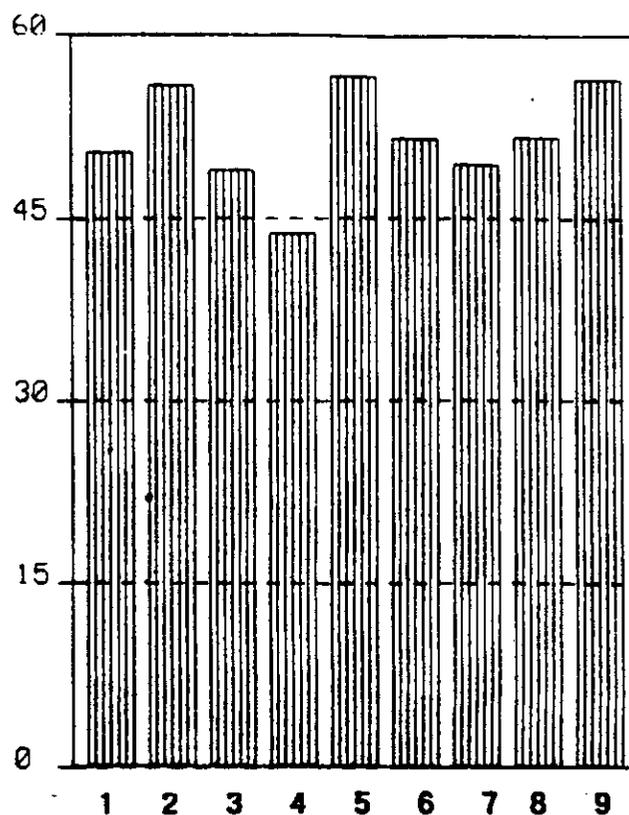
Total = 55



4A. Gráfica del número de semillas por vaina, por tratamientos evaluados.

T (1) = 50.3  
 T (2) = 55.8  
 T (3) = 48.8  
 T (4) = 43.7  
 T (5) = 56.5  
 T (6) = 51.5  
 T (7) = 49.4  
 T (8) = 51.6  
 T (9) = 56.3

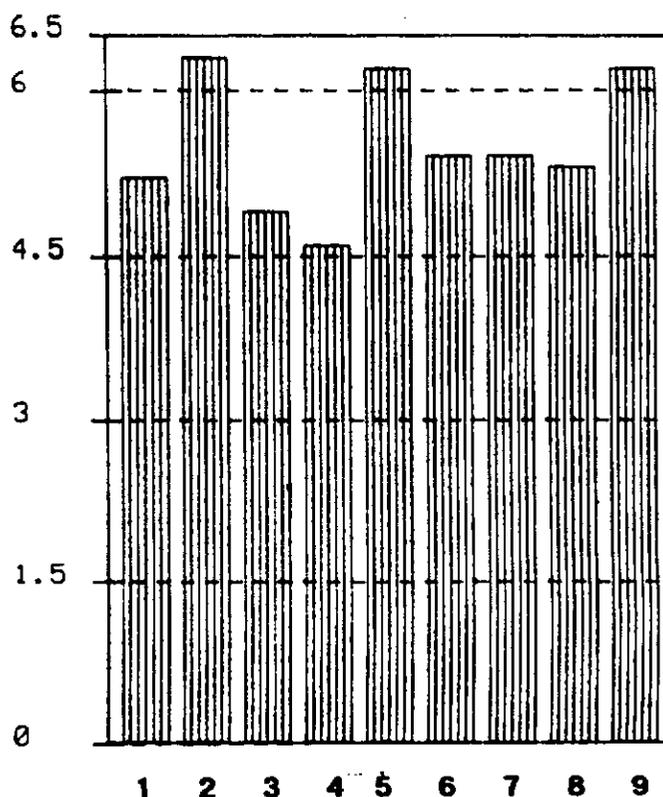
Total = 463.9



5A. Gráfica del rendimiento de caña en peso por tratamientos ton/ha.

T (1) = 5.2  
 T (2) = 6.3  
 T (3) = 4.9  
 T (4) = 4.6  
 T (5) = 6.2  
 T (6) = 5.4  
 T (7) = 5.4  
 T (8) = 5.3  
 T (9) = 6.2

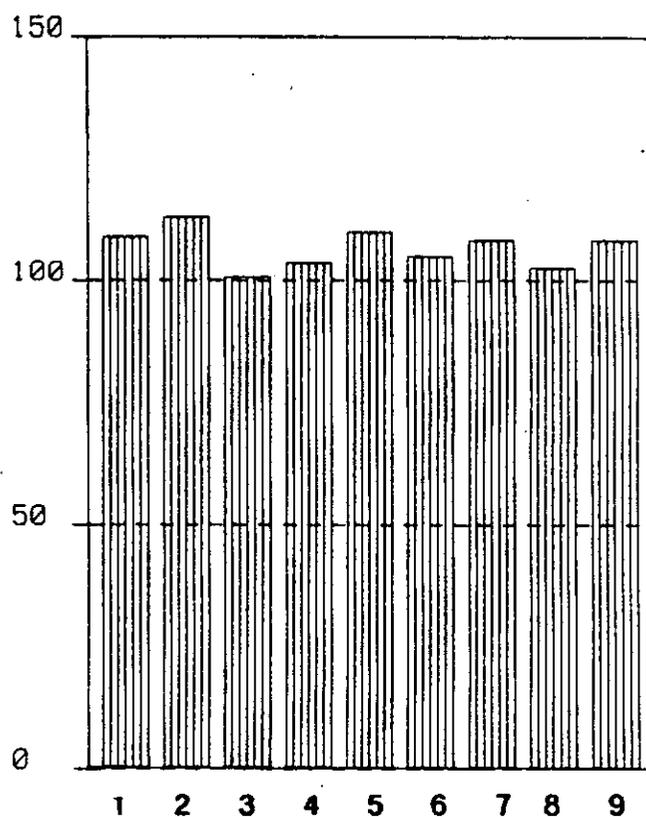
Total = 49.5



6A. Gráfica del rendimiento de azúcar en ton/ha. por tratamientos.

T (1) = 109.2  
 T (2) = 113.2  
 T (3) = 100.6  
 T (4) = 103.7  
 T (5) = 110.2  
 T (6) = 105.2  
 T (7) = 108.5  
 T (8) = 102.6  
 T (9) = 108.3

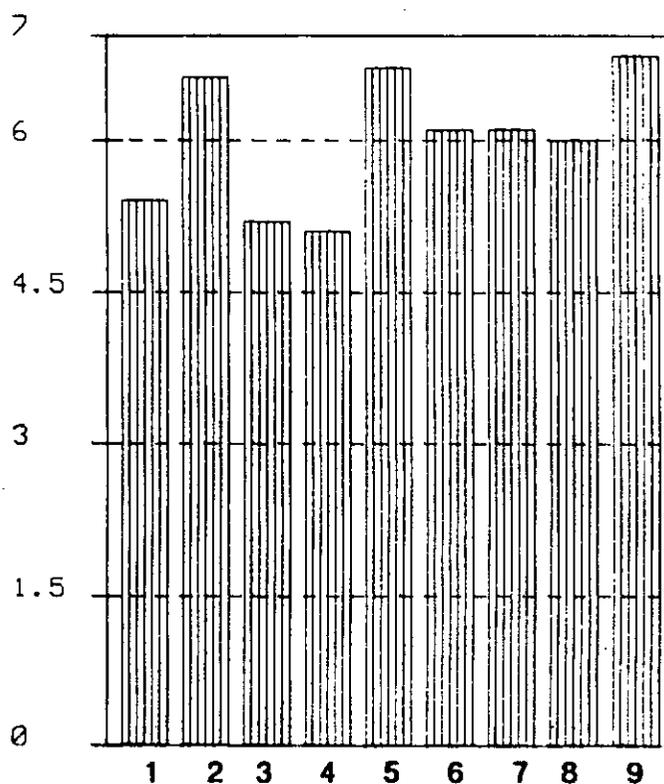
Total = 961.5



7A. Gráfica del rendimiento de azúcar en kg/ton. por tratamientos.

T (1) = 5.4  
 T (2) = 6.6  
 T (3) = 5.2  
 T (4) = 5.1  
 T (5) = 6.7  
 T (6) = 6.1  
 T (7) = 6.1  
 T (8) = 6  
 T (9) = 6.8

Total = 54



8A. Gráfica de la producción total de alimentos en ton/ha. por tratamientos.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

"IMPRIMASE"

  
ING. AGR. ANIBAL MARTINEZ  
DECANO

