

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION AGRONOMICA DEL SISTEMA CAÑA  
DE AZUCAR ASOCIADA CON LEGUMINOSAS DE  
GRANO: FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*  
L.), MANI (*Arachis hypogaea*) L. Y CAUPI  
(*Vigna unguiculata* Walp.), EN EL MUNICIPIO  
DE CASILLAS SANTA ROSA.



Al conferirsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1989.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(1301)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

|                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| DECANO :       | Ing. Agr. Anibal B. Martinez.      |
| VOCAL PRIMERO: | Ing. Agr. Gustavo Adolfo Mendez.   |
| VOCAL SEGUNDO: | Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas. |
| VOCAL TERCERO: | Ing. Agr. Wotzbelí Mendez E.       |
| VOCAL CUARTO : | P. Agr. Hernán Perla González.     |
| VOCAL QUINTO : | P. Agr. Julio López Maldonado.     |
| 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 1989

Ingeniero Agrónomo  
Anibal B. Martinez M.  
Facultad de Agronomía  
Presente.

Señor Decano:

Por este medio tenemos el honor de dirigirnos a usted, 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 del estudiante Luis Alfredo Rohr Reyes, Carnet No. 48598, titulado "Evaluación agronómica del sistema caña de azúcar asociada con leguminosas de grano: Frijol común (Phaseolus Vulgaris L.), Maní (Arachis hipogaea L.) y Caupí (Vigna unguiculata Walp.) en el municipio de Casillas, Santa Rosa.

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. M.Sc. Edgar A. Martinez

ASESOR

Ing. Agr. M.Sc. Marco T. Aceituno

ASESOR

Guatemala,  
Octubre de 1989

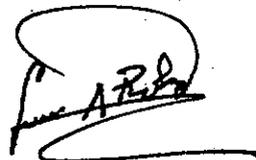
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

De Conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, respetuosamente me permito someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION AGRONOMICA DEL SISTEMA DE CAÑA DE AZUCAR ASOCIADA CON LEGUMINOSAS DE GRANO: FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.), MANI (Arachis hipogaea L.) Y CAUPI (Vigna unguiculata Walp.) EN EL MUNICIPIO DE CASILLAS, SANTA ROSA".

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

Atentamente,



Luis Alfredo Rohr Reyes

**ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS.**

**A MIS PADRES**

**Pablo Rohr Stricker (Q.E.P.D.)**

**Lina Mauricia Reyes**

**A MIS HERMANOS**

**TESIS QUE DEDICO**

**AL INSTITUTO NORMAL PARA VARONES DE OCCIDENTE (INVO) Y LICÉO  
COATEPEQUE.**

**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

**A LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

**A LOS CAMPESINOS MINIFUNDISTAS PRODUCTORES DE PANELA DE LA  
REGION.**

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA).

AL Ing. Agr. M.Sc. EDGAR A. MARTINEZ T.

AL Ing. Agr. M.Sc. MARCO TULLIO ACEITUNO.

Por la valiosa asesoría y esfuerzo en la definición, conducción y conclusión del presente trabajo de Tesis.

A los agricultores León Aguilar, José Aguilar, Pedro Lara, y demás campesinos que contribuyeron en el desarrollo de la investigación.

Al Ingenio El Salto, especialmente al Ing. Agr. Edgar Ríos.

A los compañeros de Cooperación para el Desarrollo (C&D DE GUATEMALA).

## CONTENIDO

|  | Página |
|--|--------|
| <b>RESUMEN</b>   |        |
| <b>1. INTRODUCCION</b>   | 1      |
| <b>3. OBJETIVOS</b>  | 4      |
| <b>4. REVISION DE LITERATURA</b>                               | 5      |
| 4.1 Sistemas de producción de cultivos                         | 5      |
| 4.2 Proyección y bondades socioeconómicas del cultivo asociado | 5      |
| 4.2.1 Beneficio al sector minifundista                         | 5      |
| 4.2.2 Equilibrio en la producción                              | 6      |
| 4.2.3 Alternativa económica para el pequeño productor          | 7      |
| 4.3 Componentes del agroecosistema                             | 9      |
| 4.3.1 Malezas  | 9      |
| 4.3.2 Plagas   | 10     |
| 4.3.3 Enfermedades   | 11     |
| 4.3.4 Suelos   | 12     |
| 4.4 Caña de Azúcar asociada con leguminosas de grano           | 12     |
| 4.5 Caña de azúcar asociada con otros cultivos                 | 15     |
| 4.6 Proceso productivo de azúcar                               | 16     |
| 4.7 Proceso productivo de panela                               | 17     |
| <b>5. MATERIALES Y METODOS</b>                                 | 20     |
| 5.1 Localización y descripción del área experimental           | 20     |
| 5.2 Condiciones de clima y zona de vida                        | 20     |
| 5.3 Condiciones edáficas                                       | 20     |
| 5.4 Cultivos seleccionados                                     | 21     |
| 5.4.1 Caña de azúcar   | 21     |
| 5.4.2 Frijol Común   | 21     |
| 5.4.3 Frijol de vaca o caupí                                   | 22     |
| 5.4.4 Maní o cacahuete   | 22     |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 5.5 | Diseño experimental                                 | 23 |
| 5.6 | Dimensiones de la unidad experimental               | 23 |
|     | 5.6.1 Parcela bruta                                 | 23 |
|     | 5.6.2 Parcela útil o neta                           | 25 |
| 5.7 | Modelo estadístico                                  | 25 |
| 5.8 | Descripción de los tratamientos                     | 27 |
| 5.9 | Manejo del ensayo                                   | 27 |
|     | 5.9.1 Preparación del terreno                       | 27 |
|     | 5.9.2 Siembra                                       | 30 |
|     | 5.9.3 Fertilización                                 | 31 |
|     | 5.9.3.1 Niveles de fertilización                    | 31 |
|     | 5.9.3.2 Fuentes de fertilizante                     | 32 |
|     | 5.9.3.3 Epoca y método de aplicación                | 32 |
|     | 5.9.4 Control de malezas                            | 32 |
|     | 5.9.5 Control de plagas y enfermedades              | 33 |
|     | 5.9.6 Riegos  | 33 |
|     | 5.9.7 Cosecha                                       | 34 |
|     | 5.9.7.1 Frijol común                                | 34 |
|     | 5.9.7.2 Caupí                                       | 34 |
|     | 5.9.7.3 Maní o cacahuate                            | 34 |
|     | 5.9.7.4 Caña de azúcar                              | 34 |
| 6.  | VARIABLES RESPUESTA                                 | 36 |
| 6.1 | Rendimiento y sus componentes                       | 36 |
|     | 6.1.1 Leguminosas                                   | 36 |
|     | 6.1.2 Caña de azúcar                                | 36 |
|     | 6.1.3 Producción total de alimentos                 | 36 |
| 6.2 | Análisis de la información                          | 37 |
|     | 6.2.1 Análisis de varianza                          | 37 |
|     | 6.2.2 Pruebas de significancia entre medias         | 37 |
|     | 6.2.3 Análisis de correlación y regresión<br>lineal | 37 |
|     | 6.2.4 Análisis económico                            | 38 |
|     | 6.2.4.1 Ingreso neto                                | 38 |
|     | 6.2.4.2 Ingreso familiar en efectivo                | 38 |
|     | 6.2.4.3 Rentabilidad                                | 39 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>7. RESULTADOS Y DISCUSION</b>    | 40 |
| 7.1 Rendimiento de los cultivos     | 40 |
| 7.1.1 Caña de azúcar                | 40 |
| 7.1.2 Azúcar                        | 41 |
| 7.1.3 Rendimiento de panela         | 42 |
| 7.1.4 Leguminosas                   | 45 |
| 7.1.5 Producción total de alimentos | 47 |
| 7.2 Análisis económico              | 50 |
| <b>8. CONCLUSIONES</b>              | 54 |
| <b>9. RECOMENDACIONES</b>           | 55 |
| <b>10. BIBLIOGRAFIA</b>             | 56 |
| <b>11. APENDICE</b>                 | 60 |

## LISTADO DE CUADROS EN EL TEXTO

| NUMERO | PAGINA  |
|--------|---|
| 1      | Descripción de los tratamientos evaluados, en el ensayo asociación de caña de azúcar con tres leguminosas de grano. 29  |
| 2      | Valores para la distribución de Fisher, F calculada y F tabulada, de las variables rendimiento de caña en peso, azúcar y producción total de alimentos, en caña monocultivo y asociada con tres guminosas de grano 42   |
| 3      | Rendimiento de caña en peso, de azúcar y panela, en caña monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano 43  |
| 4      | Valores para la distribución de Fisher, F calculada y F tabulada de las variables rendimiento de grano y componentes primarios del rendimiento (vainas/planta, semillas/vaina, peso de 100 semillas), de tres leguminosas de grano asociadas con caña de azúcar. 46 |
| 5      | Pruebas de significación para el rendimiento de grano, de tres leguminosas asociadas con caña de azúcar 48  |
| 6      | Rendimiento de tres leguminosas, y componentes primarios del rendimiento, obtenidos en la asociación de caña de azúcar con frijol, caupí y maní respectivamente 48  |
| 7      | Prueba de medias, para la variable producción total de alimentos, en monocultivo de caña de azúcar y asociada con tres leguminosas de grano 49  |
| 8      | Análisis económico en términos de costo total, ingreso total, ingreso neto, ingreso familiar en efectivo y rentabilidad por hectárea, en caña monocultivo y asociada con tres leguminosas 53  |

## LISTADO DE FIGURAS EN EL TEXTO

| NUMERO |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1      | Distribución de los diferentes tratamientos en los bloques  | 24     |
| 2      | Tamaño de la unidad experimental bruta, y parcela útil en los sistemas de cultivo                 | 26     |
| 3      | Arreglos espaciales de los diferentes sistemas de cultivo   | 28     |
| 4      | Rendimiento de caña de azúcar (ton/ha) en monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano    | 44     |
| 5      | Componentes del rendimiento de tres leguminosas de grano, asociadas con caña de azúcar            | 50     |
| 6      | Producción total de alimentos (PTA), de caña monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano | 51     |

**LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE**

**NUMERO**

**PAGINA**

**1A . Análisis de correlación lineal entre las variables, rendimiento de azúcar y rendimiento de panela**

**61**

## LISTA DE FIGURAS EN EL APENDICE

| NUMERO |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1A     | Rendimiento de azúcar (ton/ha) de caña monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano   | 62     |
| 2A     | Esquema de un trapiche o unidad de procesamiento de panela  | 63     |
| 3A     | Diagrama de dispersión que muestra la relación entre el rendimiento de panela y azúcar (ton/ha)   | 64     |
| 4A     | Gráfica que muestra los rendimientos comparativos y su relación entre azúcar y panela (ton/ha), en caña monocultivo y asociada con tres leguminosas | 65     |

EVALUACION AGRONOMICA DEL SISTEMA CAÑA DE AZUCAR ASOCIADA CON LEGUMINOSAS DE GRANO; FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.), MANI (Arachis hypogea L.), Y CAUPI (Vigna unguiculata Walp.), EN EL MUNICIPIO DE CASILLAS, SANTA ROSA.

AGRONOMIC EVALUATION OF SUGARCANE ASSOCIATED WITH GRAIN LEGUMINOUS; COMMON BEANS (Phaseolus vulgaris L.), PEANUT (Arachis hypogea L.), AND COWPEA (Vigna unguiculata Walp.), IN CASILLAS, SANTA ROSA.

### RESUMEN

La presente investigación fue conducida en terrenos de la aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa, localizada a 14°25'18" Latitud Norte y a 90°14'38" Longitud Oeste, con una elevación de 1080 m.s.n.m.

Los objetivos formulados fueron, evaluar el efecto competitivo de los cultivos anuales en sus diferentes arreglos espaciales, sobre el rendimiento de caña de azúcar en peso, azúcar y panela; e incrementar el ingreso neto del pequeño y mediano cañicultor, mediante la práctica de asociar leguminosas de grano con caña de azúcar.

Los seis tratamientos evaluados consistieron en asociar caña de azúcar con frijol común en hilera doble, caupí en hilera simple, caupí en hilera doble, maní en hilera simple, maní en hilera doble y caña en monocultivo; en un diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones.

Para la caña de azúcar se evaluó el rendimiento en peso, rendimiento de azúcar y rendimiento de panela; mientras que en las leguminosas se evaluó el rendimiento de grano y componentes primarios del mismo.

Se efectuaron análisis de varianza y prueba de medias para las variables rendimiento en peso, rendimiento de azúcar, rendimiento de grano, componentes primarios del rendimiento y producción total de alimentos. Asimismo se realizaron análisis económicos en términos de rentabilidad. El rendimiento de panela se analizó a través de correlación lineal.

Los resultados obtenidos indican que el rendimiento de caña de azúcar en peso, no fue afectado por la siembra intercalada de leguminosas. Los tratamientos de caña asociada con caupí hilera doble, maní hilera simple y maní hilera doble rindieron alrededor de 62 ton/ha.; mientras que los sistemas de caña monocultivo y asociada con frijol común y caupí hilera simple promediaron rendimientos de 60 ton/ha.

El rendimiento de azúcar no fue afectado por la presencia de la leguminosa, considerándose todos los tratamientos iguales estadísticamente, oscilando dicho rendimiento alrededor de 5 ton de azúcar/ton de caña.

La correlación lineal entre las variables rendimiento de azúcar (variable independiente) y rendimiento de panela (variable dependiente) en ton/ha., demuestra que existe relación entre ambas variables, de acuerdo al valor de "r" igual a 0.65 y al valor de "t" igual a 1.70. El coeficiente "r" manifiesta una relación de tipo positivo, indicando que a mayor rendimiento de azúcar, se espera un mayor rendimiento de panela.

El máximo rendimiento de grano en las leguminosas fue para el tratamiento maní hilera doble asociada con caña de azúcar, con un valor de 1999 Kg/ha., superando a los demás tratamientos con una diferencia altamente significativa según Tukey.

La prueba de Tukey al 1% indica que los tratamientos frijol hilera doble, caupí hilera simple, maní hilera simple y maní hilera doble asociados con caña de azúcar son estadísticamente iguales en cuanto a número de vainas/planta; superando significativamente al tratamiento caupí hilera doble asociado con caña de azúcar.

El caupí presentó el valor más alto de 10.27 semillas/vaina, y el maní el más bajo de 2.93 semillas/vaina. Esta ventaja del caupí no incidió en el rendimiento, ya que el maní con un mayor peso de grano, superó en rendimiento al frijol y caupí.

El sistema más eficiente en producción total de alimentos, fue caña de azúcar asociada con maní en hilera doble con 7.19 ton/ha. Los demás sistemas se consideran iguales según Tukey al 1%.

Los sistemas que presentaron los mayores ingresos netos y más alta rentabilidad, fueron caña asociada con maní. Los sistemas asociados superaron al monocultivo de caña, en concepto de ingreso neto y rentabilidad.

## 1. INTRODUCCION

Guatemala es un país de marcados contrastes socioeconómicos por los cuales se ubica en los países del Tercer Mundo o subdesarrollados. Se hace manifiesto un superávit poblacional en relación al déficit alimentario que afrontan los habitantes de más bajos recursos económicos. La agricultura representa el rubro más fuerte de la economía nacional y, dentro de ésta, el cultivo de la caña de azúcar (saccharum officinarum L.) juega un papel preponderante, en la generación de empleos para miles de campesinos, así como una importante fuente de divisas para el país.

La caña de azúcar especie introducida como otras foráneas, ha sido cultivada tradicionalmente por nuestros antepasados y se ha constituido actualmente en un cultivo agroindustrial tecnificado en la producción azucarera, principalmente en fincas de la zona costera sur del país.

Sin embargo no se debe olvidar el estrato de la población eminentemente minifundista que se dedica a este cultivo para la producción de panela, distribuidos en algunas regiones peculiares del país, tal es el caso de la parte nororiente del departamento de Santa Rosa. La mayoría de las comunidades de los municipios de Casillas, Nueva Santa Rosa y Santa Rosa de Lima, dependen exclusivamente del cultivo de la caña de azúcar para la producción de panela, procesadas en centros llamados trapiches. En estos municipios predomina el minifundio (fincas menores de 10 manzanas) y las técnicas de cultivo empleadas son tradicionales. El ciclo de crecimiento de la caña en la zona varía de 12 a 18 meses según la variedad y estado del cañaveral. Se acostumbra fertilizar una sola vez al año y realizar de 5 a 10 cortes, considerándose dichas prácticas de manejo no recomendables.

La poca disponibilidad de tierra, baja productividad, uso de variedades obsoletas y otros problemas técnicos por los que atraviesa el campesino minifundista de la región, motiva el interés para realizar el presente trabajo de investigación.

La asociación de caña de azúcar con cultivos anuales de hábito compacto y madurez precoz, constituye una nueva posibilidad económica y alimentaria para el pequeño y mediano cañicultor. Así como efectos benéficos que presentan las especies de leguminosas de grano en sistemas asociados, la típica fijación de nitrógeno atmosférico y el contenido de nutrientes de origen orgánico en los residuos de cosecha.

## 2. HIPOTESIS

- 2.1 El rendimiento de la caña de azúcar en peso, azúcar y panela, no es afectado por la presencia del cultivo anual.
  
- 2.2 La caña de azúcar asociada con cultivos anuales, supera a su monocultivo en cuanto a rentabilidad.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

Evaluar las características agroeconómicas del sistema caña de azúcar en monocultivo y asociada con frijol común, maní y caupí, bajo las condiciones de la aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa.

#### 3.2 ESPECIFICOS

3.2.1 Evaluar el efecto competitivo de los cultivos anuales en sus diferentes arreglos espaciales, sobre el rendimiento de caña de azúcar en peso, azúcar y panela.

3.2.2 Determinar la rentabilidad de los sistemas asociados y de los monocultivos.

#### 4. REVISION DE LITERATURA

##### 4.1 SISTEMAS DE PRODUCCION DE CULTIVOS

Es el conjunto de actividades que se realizan y los materiales que se usan para un cultivo o conjunto de ellos, y que convierten los recursos de un ambiente en productos para satisfacer las necesidades inherentes al productor (27).

Un sistema de cultivo es la distribución en el terreno y en el tiempo de uno o más cultivos, y el manejo que el agricultor le da en una superficie dada, durante un período específico (33).

Cultivos asociados, mixtos e intercalados, son aquellos cuando en el mismo terreno se siembran dos o más cultivos simultáneamente, o con varios grados de sobreposición (33).

Al igual que otros sistemas, los sistemas de cultivo asociados poseen características relacionadas con el arreglo de sus componentes; es decir, con sus arreglos espaciales y cronológicos de densidades, nutrientes, energía solar, agua y otros (16).

##### 4.2 PROYECCION Y BONDADES DEL CULTIVO ASOCIADO

###### 4.2.1 Beneficios al Sector Minifundista

Para el sector minifundista de la población, la principal limitante es el recurso tierra, por lo que es imprescindible realizar un uso más eficiente del espacio y tiempo. Esto se puede lograr a través de asociar o intercalar dos cultivos con diferente ciclo de crecimiento, lo cual permite obtener mayores ganancias en el rendimiento total del sistema, al aprovecharse

más eficientemente las dimensiones del espacio y tiempo (21).

En Colombia, los sistemas de cultivos intercalados con caña de azúcar, han sido utilizados con muy buenos resultados por los agricultores minifundistas productores de panela y por varios agricultores del Valle del Cauca en áreas no muy extensas (15).

La diversificación y el intercambio de cultivos anuales, permite al pequeño cañicultor defenderse de las diversas variaciones de precio y mercados, disminuir los riesgos por problemas fitosanitarios, obtiene mayor cantidad de alimentos y mejora la eficiencia de la mano de obra (15)

#### 4.2.2 Equilibrio en la Producción

Los cultivos asociados generalmente presentan una menor variabilidad que los monocultivos, especialmente en términos de rendimiento y biomasa total; tanto en la producción total del sistema como en las producciones individuales de cada componente.

El aumento de la estabilidad, además de la compensación entre los cultivos, se atribuye a una menor incidencia de patógenos, plagas y malezas, al existir mayor diversidad de vegetación y mejor cubrimiento rápido del suelo (21).

Los sistemas de monocultivo exitosos pueden lograrse mediante la simulación del flujo de energía y características estructurales de

ecosistemas diversificados, los cuales deben mantener un valor y producción sostenida, satisfacer los requerimientos nutricionales, fortalecer las preferencias culturales del agricultor y su mercado y aumentar relativamente el uso intensivo de mano de obra (33).

Para el pequeño productor, el aumento de la estabilidad productiva en sus cultivos alimenticios, como sistemas asociados, es una necesidad imperativa, ya que con estos sistemas de producción tienden a asegurar su alimento, minimizando los riesgos de pérdidas (21).

#### 4.2.3 Alternativa Económica para el Pequeño Productor

La eficiencia de los sistemas de producción y el uso de la tierra, se pueden estimar mediante el índice de uso equivalente de la tierra (UET), que determina la superficie a emplear bajo el sistema de monocultivo para obtener una producción equivalente a la obtenida con el sistema asociado (33).

Se ha demostrado que los sistemas asociados presentan una mayor eficiencia en el uso de la tierra que los monocultivos.

Maldonado (23) encontró en el sistema caña de azúcar asociada con frijol suchitán un valor de 2.20 para UET, lo que indica que se necesitan 2.20 hectáreas de monocultivo de caña de azúcar y frijol suchitán respectivamente, para obtener la producción de 1 hectárea del sistema asociado (23).

Asimismo Mendoza (25) encontró que todas las asociaciones de caña de azúcar con maíz superaron a sus respectivos monocultivos, en cuanto a la eficiencia en el uso de la tierra (25).

Resultados parecidos observó Montoya (26) en sistemas de caña de azúcar asociada con frijol jutiapan, los cuales resultaron ser más eficientes en el uso de la tierra que sus respectivos monocultivos (26).

Los sistemas asociados incrementan el ingreso neto y familiar en efectivo del pequeño cañicultor. En los trabajos de Maldonado (23) se obtuvo mayores ingresos netos en los sistemas de caupí black-eye en monocultivo y asociado con caña de azúcar, respecto a los demás tratamientos.

La asociación de caña de azúcar con maíz, independientemente de la variedad de la caña, superaron a sus respectivos monocultivos en cuanto a ingreso neto (25).

Los cultivos de caña de azúcar intercalada con cultivos anuales permiten a los pequeños cañicultores, la obtención de ingresos económicos adicionales, considerándose dicho tipo de asociación como rentable (10,20).

El espaciamento utilizado comúnmente por la mayoría de agricultores en el cultivo de caña de azúcar, es relativamente grande, lo que permite

aprovechar el espacio entre surco, para establecer cultivos anuales, preferentemente durante los primeros tres y cuatro meses de crecimiento en sistemas de caña plantilla (19).

#### 4.3 COMPONENTES DEL AGROECOSISTEMA

##### 4.3.1 Malezas

Comúnmente llamadas malas hierbas y consideradas técnicamente como plantas fuera de lugar, representan para el agricultor un factor limitante en la producción, ocasionando reducciones en el rendimiento y aumentando considerablemente los costos de producción, con una mayor incidencia en los agroecosistemas del trópico húmedo (8).

En el cultivo de caña de azúcar, estudios realizados indican que las pérdidas expresadas en ton/ha, por la competencia ejercida por las malezas y cultivo oscilan entre 30 y 60%, observándose una mayor pérdida en cañas plantillas que en secas.

Al situar cultivos en varios estratos, se reducen los espacios de penetración de luz a la superficie del suelo, lo que promueve un ambiente desfavorable para las malas hierbas, minimizando de esta forma la competencia por nutrimentos para los cultivos y un ahorro de energía para su combate (26).

Los sistemas asociados logran una mayor cobertura del suelo en corto tiempo, limitando

la penetración de luz, lo que a su vez reduce significativamente el crecimiento de las malezas (8,9,21).

Pene y Sze citados por Brenes (8) encontraron en Trinidad que asociando caña de azúcar con maní y soya, se reducía la producción de malezas de 3.3 al 1.57 ton/ha. en monocultivo y asociado respectivamente (8).

#### 4.3.2 Plagas

Los sistemas de cultivos asociados con dos o más especies, ejercen una interacción fuerte con las malezas, insectos y microorganismos, introduciendo fuentes de variabilidad que proporciona una mayor estabilidad al agroecosistema (32).

En los cultivos asociados existe una mayor cantidad de fuentes alimenticias, que atraen especies de insectos depredadores y parásitos, que posibilitan una reducción en las poblaciones de plagas de importancia económica; además el olor de las plantas, sombra y estructura del agroecosistema no son compatibles con las preferencias alimenticias de determinadas especies de insectos (32).

Estas y otras atribuciones de los sistemas asociados, han determinado que investigadores de las ciencias agrícolas, propongan estos sistemas como una alternativa ambientalmente consistente en el manejo de plagas insectiles (32).

Estudios realizados en Colombia en sistemas asociados y monocultivo de caña de azúcar, afirman lo expuesto anteriormente. García et al (13) encontraron con respecto a la incidencia de plagas, que las poblaciones de ninfas y adultos de Empoasca kraemeri Ross & Moore, y las de los crisomélidos Cerotoma facialis Erickson y Diabrotica balteata Le Conte, siempre fueron menores en la asociación que en el monocultivo. Similares resultados obtuvieron Zuñiga et al (35).

#### 4.3.3 Enfermedades

No menos importantes son los organismos causantes de enfermedades en el agroecosistema, los cuales pueden causar bajas de consideración en la calidad y cantidad de biomasa comercial (29).

Una alta y abundante luz durante todo el año permiten un crecimiento rápido de las plantas, con suficiente agua en el suelo, sin embargo permiten a la vez que los organismos patógenos se multipliquen rápidamente y se mantengan indefinidamente en el agroecosistema; esta condición se ha observado especialmente en los monocultivos, característica contraria prevalece en los sistemas asociados (33).

Mora y Moreno citados por Ortega (29) observaron que en los sistemas de cultivos asociados, la incidencia y severidad de la roya del frijol Uromyces Phaseoli, fue menor que en los sistemas monocultivos (29).

#### 4.3.4 Suelos

El uso racional del recurso suelo, nos conduce a buscar formas apropiadas de manejo y conservación; en este sentido, los sistemas asociados superan a los monocultivos.

La asociación de caña de azúcar con leguminosas de grano ha resultado ser beneficiosa, por cuanto se estimula a la caña de azúcar a extraer más nutrimentos del suelo, debido a la competencia a nivel radical por nutrimentos entre ambas especies (23).

Los residuos de cosecha de leguminosas, incorporados al suelo en un sistema asociado con caña, representa un aporte significativo de nitrógeno y fósforo orgánico (23).

Gowda y Marlakulandai citados por Sánchez (30) indican que intercalando e incorporando Crotalaria Juncea, como abono verde en los surcos de la caña de azúcar, se mejora la calidad del jugo y se incrementa el rendimiento de caña de azúcar, tanto como una aplicación de 168 kg de nitrógeno por hectárea en forma de sulfato de amonio.

El cultivo intercalado de caña de azúcar y frijol común, hace un uso más eficiente de los fertilizantes y luz (34).

#### 4.4 CAÑA DE AZUCAR ASOCIADA CON LEGUMINOSAS DE GRANO

En algunos países, la práctica de intercalar leguminosas de grano, especialmente frijol arbustivo con caña de azúcar, se ha constituido en una práctica común.

En Colombia se viene practicando desde hace varios años en el sector minifundista, dedicado a la producción de panela (15).

Estudios llevados a cabo en la Hoya del río Suárez, en los departamentos de Santander y Boyaca Colombia, región característicamente panelera con un área sembrada en caña de 26000 hectáreas, revelaron que los rendimientos obtenidos por el pequeño cañicultor fluctuaban entre 60 y 100 ton/ha de caña y 200 a 300 kg de frijol/ha (15).

García (12) en Guatemala, evaluó el efecto competitivo de seis variedades de caupí en un sistema asociado con caña de azúcar, indicando que el rendimiento de azúcar en tonelaje bruto/ha. y la conversión de azúcar elaborada, no fue afectada por el cultivo anual, considerando dicha asociación como buena y que el mejor rendimiento lo demostró la variedad pink-eye con 1.25 ton/ha (12).

En una evaluación agronómica del sistema caña de azúcar asociado con frijol común, caupí y soya respectivamente; Maldonado (23) encontró que en el rendimiento en peso de la caña no hubo diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo el mayor rendimiento de caña se obtuvo en la asociación con frijol tamazulapa con un valor de 65.60 ton/ha y 454.40 kg de grano/ha. Los sistemas asociados de caña con frijol y caupí superaron al monocultivo de caña; excepto la asociación de caña y soya que resultó ser el rendimiento más bajo con 41.79 ton/ha debido a la competencia ejercida por la soya, como resultado de una población alta de plantas 100,000/ha similares

para soya en monocultivo, esta situación se comprobó por el índice de área foliar de 27.64, el cual fue el más alto de todos los sistemas (23).

Análisis agroeconómico realizado en la asociación de frijol común y caña de azúcar en soca, por Montoya (26), indican que las variables evaluadas en el sistema asociado y monocultivo, no presentaron diferencias significativas, no obstante indica que los sistemas asociados fijaron una tendencia superior al sistema de caña en monocultivo, en rendimiento en peso y azúcar ton/ha (26).

En un estudio similar en donde se evaluaron tres arreglos espaciales y tres niveles de fertilización nitrogenada. Elgueta (11) determinó que la variable rendimiento de caña de azúcar en peso como en azúcar, no fue afectado por la presencia del cultivo anual; obtuvo el máximo rendimiento de caña y azúcar en el tratamiento 100 kg de N/ha y surco doble de frijol intercalado entre los surcos de caña, con un valor de 56.5 tonde caña/ha, 6.2 ton de azúcar/ha y 574.20 kg de grano/ha, estos resultados coinciden con otros investigadores (11,23,26,34).

Deshpande y Nankar (10) obtuvieron en un sistema de asociado de caña y caupí, un rendimiento de 92 ton de caña/ha y 101 ton de caña/ha en monocultivo respectivamente.

En Nueva Delhi (India), el rendimiento de la caña de azúcar fue afectado ligeramente por la intercalación de frijol mungo y caupí; sin embargo se obtuvieron 350 y 430 kg de grano seco/ha respectivamente (9).

En Tepetzingo, Morelos (México), la caña de azúcar no afectó el rendimiento de semilla, sus componentes y biomasa del frijol; así mismo el frijol de crecimiento arbustivo no afectó el rendimiento ni sus componentes de la caña de azúcar (34).

Bains, Dayanand y Singh (5) obtuvieron en 66 días de crecimiento 550 kg de frijol/ha, en un sistema asociado con caña de azúcar.

Los resultados de García y Franco (14) en un estudio realizado en el ingenio Mayaguez (Colombia), de caña de azúcar intercalada con frijol común, demuestran que no hubo diferencias significativas en la producción de caña asociada y monocultivo y que el frijol no afectó en nada a la forma, desarrollo y producción de la caña de azúcar.

Investigaciones de leguminosas intercaladas con caña de azúcar en el Valle del Cauca (Colombia), indican que rendimientos de frijol y soya fueron muy satisfactorios, con producciones superiores a las 2 ton/ha en parcelas netas de 45 m<sup>2</sup>, sin causar detrimento en la producción de caña (13).

#### 4.5 CAÑA DE AZUCAR ASOCIADA CON OTROS CULTIVOS

La creciente demanda de alimentos y la necesidad de aprovechar más eficientemente la tierra, ha conducido generalmente al pequeño y mediano cañicultor a implantar el sistema de cultivos asociados. En ese sentido la caña se ha asociado con diversidad de cultivos, sobresaliendo el frijol, caupí, maní, soya, arveja, habas, maíz, arroz, sorgo, cebada, cebolla, tomate, algodón, okra, remolacha, chile, girasol, berenjena y otros (5,7,8,9,10,20).

Además de la leguminosas, el maíz ha cobrado importancia en la intercalación con caña de azúcar, a pesar de ser una gramínea de porte relativamente alto, su función básica en la alimentación humana, ha despertado el interés de investigadores para evaluarlo en sistemas asociados con caña.

En Colombia, Arboleda et al (2) estableció que no hubo diferencia estadística entre la producción de caña monocultivo 151.8 ton/ha y caña asociada con maíz 151.5 ton/ha, lo mismo sucedió respecto a la producción de azúcar. Estimándose un promedio de 2.5 ton/ha de maíz y 120 ton de caña/ha a nivel comercial (2).

#### 4.6 PROCESO PRODUCTIVO DEL AZUCAR

El proceso para la obtención del azúcar es complejo y sus etapas se pueden resumir de la manera siguiente:

- a) Extracción del jugo o guarapo de color gris oscuro, que contiene en disolución sacarosa, azúcares reductores, sales, ácidos orgánicos y pectinas; y en suspensión fibra o bagacillo, material colorante, albúmina, arcilla, etc. Esta se realiza a través de molinos múltiples o Tandem.
- b) Maceración o extracción de sacarosa al bagazo, en los últimos molinos del Tandem.
- c) Colado del guarapo en telas metálicas de 144 a 324 perforaciones por pulgada<sup>2</sup> y posterior bombeo a casa de calderas; en esta operación se elimina una buena cantidad de fibra.
- d) Clarificación del guarapo: con la Alcalización y Sulfitación por los métodos de defecación y decantación, se elimina las impurezas contenidas en el jugo.

- e) Evaporación y concentración del guarapo: a temperaturas controladas (100°C), se pierde el 70% del agua y queda una meladura de 50 a 60 brix.
- f) Cristalización de la sacarosa se realiza en los tachos, en donde circula la masa cocida, aumenta la cantidad de calor, se reduce el contenido de agua y la meladura en sobresaturación de sacarosa se cristaliza formando los granos de azúcar; en esta operación quedan mieles residuales denominadas melaza (18,22).

#### 4.7 PROCESO PRODUCTIVO DE LA PANELA

La elaboración de la panela es un proceso sencillo y rústico, el cual puede resumirse de la siguiente manera:

- a) Extracción del guarapo, a través de un molino simple accionado con motor eléctrico o diesel.
- b) El guarapo extraído pasa a través de una tela metálica con perforaciones de 5 mm de diámetro, en donde quedan retenidas partículas de fibra relativamente grandes; luego es conducido por un tubo galvanizado a la primera caldera plana (figura 2A). Las calderas planas generalmente son 3 ó 4 de forma trapezoidal, conectadas entre sí, por codos galvanizados de 90° y colocadas a niveles diferentes de altura en orden descendente sobre el horno (figura 2A).
- c) Calentamiento y evaporación: la mayor parte se lleva a cabo en la segunda y tercera caldera plana, por el calor generado en el horno, el cual es alimentado con bagazo seco. Es importante señalar que la temperatura o calor proporcionado no es controlado, observándose que la masa en cocción sobrepasa el punto de ebullición (100°C).

- d) *Transformación en dulce o caramelo:* la masa en cocción es trasladada a otra caldera independiente llamada viuda o puntera de forma rectangular, colocada sobre un horno pequeño (figura 2A). Es aquí donde la masa cocida pierde el resto de agua contenida y la sacarosa se transforma en caramelo o azúcar quemado (22).
- e) *Enfriamiento:* Luego de establecer la fusión y transformación de la sacarosa a caramelo, se conduce esta masa a un recipiente de madera o canoa, en la cuál se bate o palea para enfriarla.
- f) *Solidificación del dulce:* ya enfriada la masa se coloca en los moldes semiesféricos de 18 cm. de diámetro y se deja solidificar el producto final llamado "panela". Al término de un promedio de cuatro horas , se extraen de los moldes las tapas de dulce ya sólidas, se empacan y se venden.

Teniendo el cuidado de no tocar aspectos profundos del proceso agroindustrial y químico en la fabricación del azúcar y panela, que no competen a los objetivos de la investigación; podemos establecer algunas diferencias importantes, que expliquen la relación entre el azúcar y la panela.

En la fabricación del azúcar, la clarificación tiene el objetivo de eliminar sustancias en disolución y partículas en suspensión contenidas en el guarapo, como albúmina, ácido fosfórico, bagacillo, etc.

Por otra parte, en la etapa de cristalización, de la masa final o de agotamiento se obtiene un líquido que se llama miel final de agotada el cuál sometiéndolo a concentración y enfriamiento, no se cristaliza. Este líquido espeso de color pardo oscuro y dulce es

denominado melaza, que constituye el residuo de la cristalización y viene a ser un subproducto de la caña de azúcar (22).

Mientras que en la fabricación de panela, el guarapo no es sometido a clarificación, lo que indica que lleva disueltas sustancias y partículas suspendidas como fibra o bagacillo, las cuales siguen su curso en el proceso de fabricación.

Por otro lado, las mieles o masa cocida, es transformada en panela, no derivándose de ellas otro subproducto.

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación fue conducido en terrenos de un agricultor minifundista de la aldea Llano Grande, municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa. Según las coordenadas geográficas, la aldea se encuentra localizada a  $14^{\circ}25'18''$  latitud norte y a  $90^{\circ}14'38''$  longitud oeste; y a una altura de 1080 m.s.n.m., distante a 3 Kms. de la cabecera municipal con rumbo noroeste (17).

### 5.2 CONDICIONES DE CLIMA Y ZONA DE VIDA

La región presenta un clima subtropical húmedo con tierras muy secas en verano, la época lluviosa es de mayo a octubre (17).

De acuerdo con Holdridge (17), la zona de vida, es el bosque subtropical húmedo, localizada principalmente en el sector centro-oriental, con precipitaciones entre 1,100 y 1,349 mm. anuales, elevaciones de 650 a 1,700 m.s.n.m., biotemperatura de 20 a  $26^{\circ}\text{C}$ , evapotranspiración de 100%, días claros al año 60%, vientos con dirección NE a SO y SO a NE, la vegetación predominante pino colorado (Pinus oocarpa) y encino (Quercus sp.). La región tiene temperatura variable con tendencia a ser calurosa y lluviosa; la evaporación de la humedad es igual a la lluvia que cae, el ambiente es considerado muy seco (17).

Según la estación meteorológica tipo "C", localizada en la finca El Valle, municipio de Nueva Santa Rosa, reporta los siguientes datos meteorológicos: 1/

a. Precipitación pluvial media anual es de 3,681.57 mm.

b. Promedio de temperaturas:

Mínima: 16.20°C

Máxima: 30.60°C

c. Temperatura media anual es de 23.40°C

### 5.3 CONDICIONES EDAFICAS

Según los estudios realizados por Simmons et al (31), los suelos del área corresponden a la serie Jalapa con las siguientes características: material madre ceniza volcánica cementada de color claro; relieve escarpado y drenaje interno bueno; suelo superficial de color gris oscuro, textura areno-fino-suelto y un espesor aproximado de 10 a 15 centímetros con un pH de 5.5; el subsuelo de color amarillo grisáceo friable, textura franco-arenoso-fino-suelto, desnivel entre 20 y 40%, ceniza volcánica de 10 a 30 centímetros con peligro de erosión (31).

### 5.4 CULTIVOS SELECCIONADOS

#### 5.4.1 Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.):

Se utilizó la variedad Q-102, que es una caña que presenta tallos grandes de color rojizo con manchones verde-amarillentos, los cuales alcanzan alturas promedios de 3.3 a 3.5 m. en su

1/ Promedio de 5 años de registro.

madurez. Buen amacollamiento, con un ahijamiento de 22 por metro lineal, su rendimiento en ciclo de plantilla promedia las 90 ton de caña/mz y 200 lbs de azúcar/ton de caña. De maduración intermedia, tipo de crecimiento de copa abierta con abundante follaje. Prefiere los suelos sueltos profundos, fértiles y bien drenados (11).

5.4.2 Frijol Común (Phaseolus vulgaris L.):

Se utilizó la variedad Negro Jalpatagua, de crecimiento arbustivo que alcanza una altura de 50 cms., florece entre los 30 y 40 días y se cosecha a los 85 días después de la siembra. El grano es de color negro, mediano y de forma arriñonada, contiene 27% de proteína y un alto porcentaje de sólidos en el caldo (11.20%).

Es tolerante al ataque del mosaico dorado y medianamente susceptible a la pudrición del tallo por *Fusarium* sp. Bajo buenas condiciones de cultivo puede producir 30 qq/mz (14).

5.4.3 Frijol de Vaca o Caupí (Vigna unguiculata Walp.)

Se utilizó la variedad Pink-eye, tipo de crecimiento semideterminado, grano de color crema con ojo rosado, con un promedio de 35 vainas/planta y 17 granos/vaina, indehiscentes y erectas sobresaliendo el follaje.

Flores de amarillo crema a blanco, florece a los 45 días y se cosecha entre los 70 y 90 días después de la siembra en forma gradual y selectiva.

Resistente a la sequía, tolerante al mosaico dorado y susceptible a la pudrición del tallo por Fusarium sp. En monocultivo y bajo buenas condiciones de manejo se obtienen alrededor de 25 qq/mz 2/.

#### 5.4.4 Maní o Cacahuate (Arachis hipogea L.)

Se utilizó la variedad local, denominada en la región como Palineca, que goza de popularidad en los agricultores del área por su hábito de crecimiento precoz y buen rendimiento de grano. Posee vainas de diámetro mediano con cáscara delgada y conteniendo de 3 a 4 granos por vaina.

### 5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de Bloques al Azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones (figura 1).

### 5.6 DIMENSIONES DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

#### 5.6.1 Parcela Bruta

Es el área total de la unidad experimental (incluye bordos y cabeceros), para los fines de esta investigación se utilizó una parcela bruta de 75 m<sup>2</sup> (7.5 m. de ancho x 10 m. de largo), constituyendo cada una de ellas cinco surcos de caña espaciados a 1.50 m. El área utilizada está

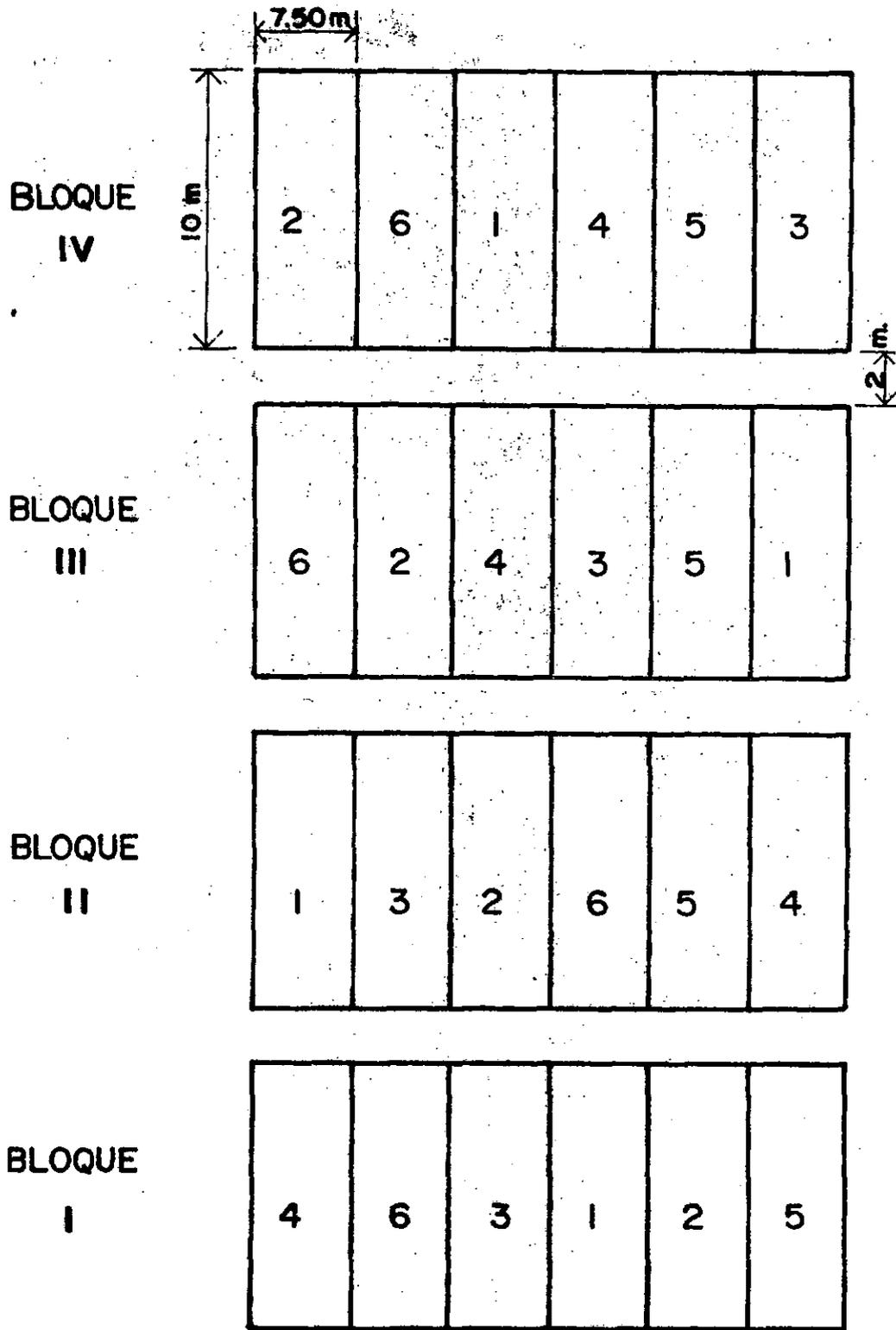


FIGURA No. 1 Distribucion de los diferentes tratamientos en los bloques.

comprendida entre el rango establecido por los ensayos en blanco para este cultivo (1) (figura 2).

#### 5.6.2 Parcela Util o Neta

Los valores para las distintas observaciones, excepto las variables componentes del rendimiento de leguminosas y rendimiento de azúcar, fueron tomados del área de la parcela útil; 36 m<sup>2</sup> (4.5 m. de ancho x 8 m. de longitud) (figura 2).

Y para el efecto se cosecharon los tres surcos centrales de caña de azúcar, seis surcos de leguminosa para el arreglo hilera doble y tres surcos para el arreglo hilera simple.

#### 5.7 MODELO ESTADISTICO

Modelo Lineal Aditivo:

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

En donde:

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

$\mu$  = Media General.

$T_i$  = Efecto del i...esimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del j...esimo bloque.

$E_{ij}$  = Efecto del Error Experimental

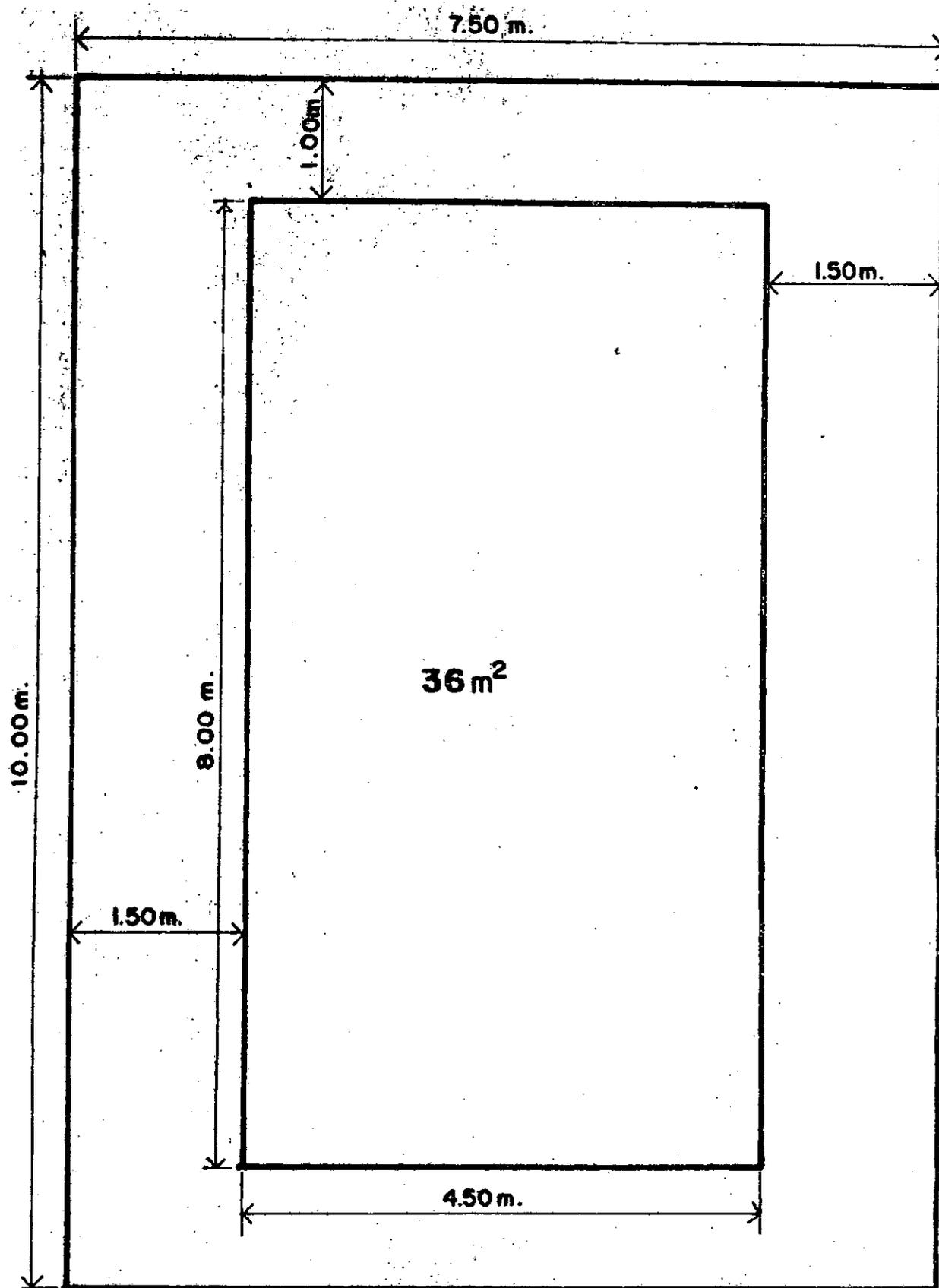


FIGURA No 2 Tamaño de la unidad experimental bruta y la parcela útil en los sistemas de cultivo.

## 5.8 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

En la presente investigación se estudiaron seis tratamientos, de los cuales cinco fueron sistemas asociados de caña de azúcar intercalada con leguminosas de grano, mientras que el otro fue caña de azúcar en monocultivo.

En todos los tratamientos la caña fue sembrada a un espacio de 1.5 m. entre surcos; en tanto que las leguminosas se establecieron en dos modalidades o arreglos espaciales como sigue:

Hilera simple para maní y caupí.

Hilera doble para maní, caupí y frijol, tal como se ilustra en la Figura 3.

La descripción de los tratamientos se presenta en el cuadro 1.

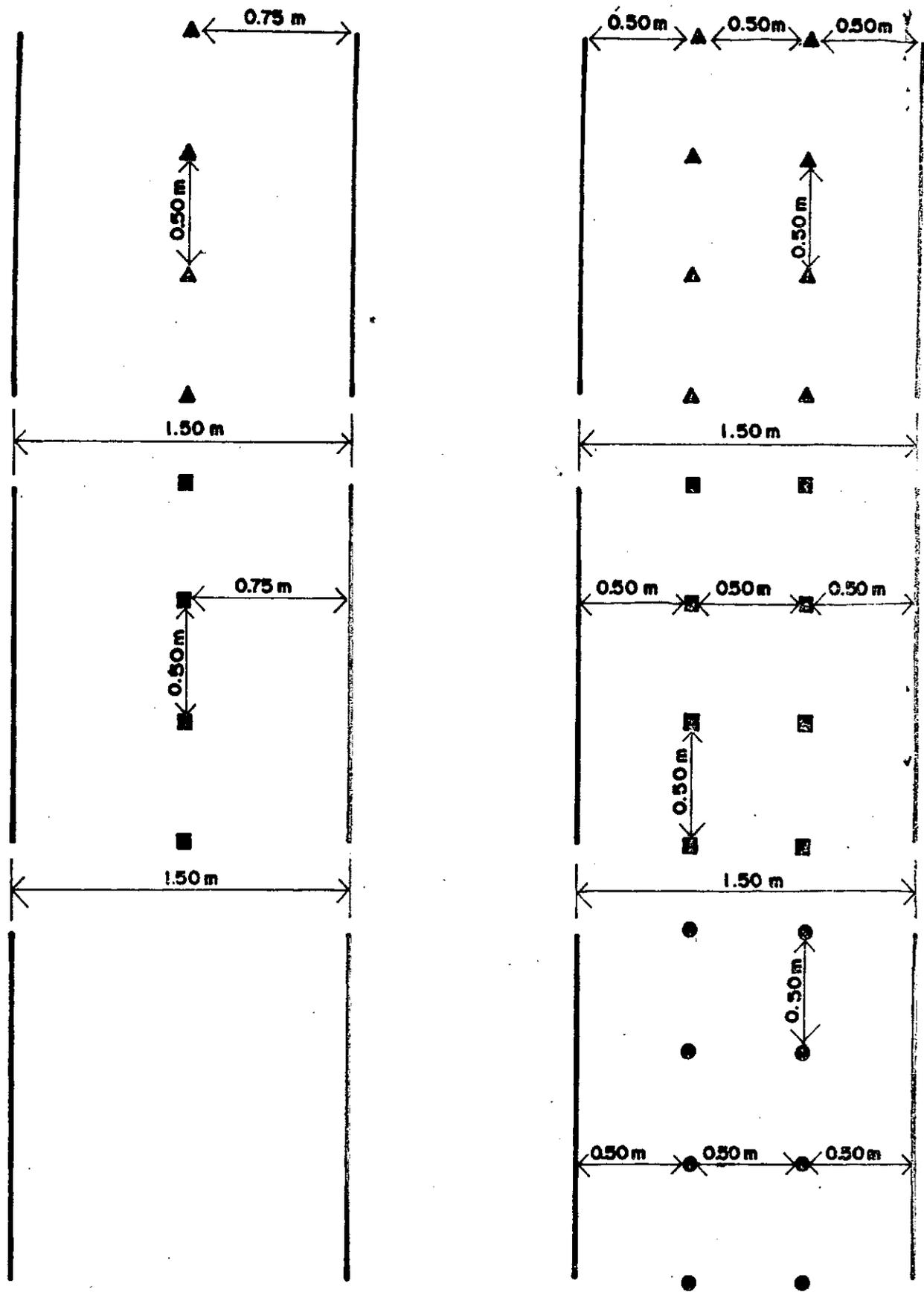
## 5.9 MANEJO DEL ENSAYO

### 5.9.1 Preparación del Terreno

Incluyó las siguientes actividades:

- a) Limpia y destrucción de cepas viejas o descepado.

El terreno se limpio en forma manual, eliminando las cepas viejas; se recolectaron todos los residuos y se colocaron en las calles de los bloques.



▲ CAUPI

● FRIJOL

■ MANI

| CAÑA DE AZUCAR

FIGURA No. 3 Arreglos especiales de los diferentes sistemas de cultivos.

**CUADRO 1.** Descripción de los tratamientos evaluados, en el ensayo asociación de caña de azúcar con tres leguminosas de grano, aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa 1987-1988.

| No. | TRATAMIENTO                                  | CLAVE | ARREGLO ESPACIAL<br>EN LEGUMINOSAS | DENSIDAD DE POBLACION<br>DE LEGUMINOSAS<br>(plantas/ha.) |
|-----|--|-------|------------------------------------|--|
| 1.  | Caña Asociada con Frijol<br>en Hilera Doble. | CFHD  | Surco Doble                        | 56,000   |
| 2.  | Caña Asociada con Caupí<br>en Hilera Simple  | CCHS  | Surco Simple                       | 28,000   |
| 3.  | Caña Asociada con Caupí<br>en Hilera Doble   | CCHD  | Surco Doble                        | 56,000   |
| 4.  | Caña Asociada con Maní<br>en Hilera Simple   | CMHS  | Surco Simple                       | 28,000   |
| 5.  | Caña Asociada con Maní<br>en Hilera Doble    | CMHD  | Surco Doble                        | 56,000   |
| 6.  | Caña en Monocultivo                          | CM    | -----                              | -----  |

b) Picado o Barbechado.

Se realizó un picado uniforme a 15 centímetros de profundidad en forma manual.

c) Surqueado.

Esta labor se efectuó manualmente con un azadón pequeño llamado piochín de 20 centímetros de ancho.

Se abrieron los surcos a una profundidad de 25 a 30 cms. depositando la tierra extraída en los espacios entre surcos, es una práctica generalizada en la región.

d) Camelloneado.

Seguidamente después del surqueado, se procedió a mullir y distribuir uniformemente la tierra en todo el espacio entre surco.

5.9.2 Siembra.

La siembra de caña de azúcar y leguminosas, se realizó simultáneamente en forma manual el 17 de junio de 1987 como sigue:

a) Caña de Azúcar.

Se utilizó el sistema de chorro y medio o cadena simple con traslape, que consiste en sobreponer los extremos de un trozo sobre los extremos de dos trozos contiguos que están un poco separados. Se usaron trozos de caña semimadura con 3 a 4 yemas, colocando un

promedio de 10 a 12 yemas por metro lineal al fondo del surco; la semilla se cubrió con una capa de 5 centímetros de tierra, y la cantidad de semilla empleada se estima en 7 ton/ha.

b) Leguminosas.

Según el arreglo espacial, se procedió a sembrar las leguminosas con "cuma"<sup>1/</sup>, abriendo hoyos de 4 a 6 centímetros de profundidad y colocando de 3 a 4 semillas por postura; a los 10 días después de la siembra se efectuó un entresaque, dejando dos plantas por postura.

5.9.3 Fertilización

5.9.3.1 Niveles de Fertilización

Los niveles aplicados a todos los sistemas asociados y monocultivo de caña fue de 100 kg de N, 80 kg de  $P_2O_5$  y 100 kg de  $K_2O$  por hectárea respectivamente.

---

<sup>1/</sup> Implemento característico de la región para sembrar frijol y maíz

### 5.9.3.2 Fuentes de Fertilizantes

Para el nitrógeno se uso Urea al 46% de N, de fósforo el Triple Superfosfato al 46% de  $P_2O_5$  y para el Potasio Cloruro o Muriato de Potasio al 60% de  $K_2O$ . La mezcla física de acuerdo a los niveles, se realizó el mismo día de la aplicación.

### 5.9.3.3 Epoca y Método de Aplicación

A los ocho días después de la siembra y en el momento del raleo de leguminosas se aplicó 1/3 del N y todo el  $P_2O_5$  y  $K_2O$ ; a los treinta días después de la siembra se aplicaron los otros 2/3 de N restantes distribuidos uniformemente en los sistemas de cultivo.

Para la caña de azúcar la aplicación fue en banda lateral, separada a 8 centímetros del surco e incorporado al suelo; mientras que para las leguminosas fue en medio círculo/postura y separado a 8 centímetros del tallo e incorporado al suelo.

### 5.9.4 Control de Malezas

Se realizaron en total cuatro limpieas en forma manual.

Las dos primeras se efectuaron a los 30 y 72 días después de la siembra para ambos cultivos.

El siguiente año de 1988, se llevaron a cabo las dos restantes, en los meses de junio y agosto para la caña de azúcar.

#### 5.9.5 Control de Plagas y Enfermedades

Se desinfectó el suelo con carbofurano (FURADAN 5G\*) en el momento de la siembra a razón de 1 kg de i.a./ha.

Para el control de insectos y patógenos del follaje en las leguminosas, se aplicaron siete aspersiones durante el ciclo de crecimiento, de una mezcla de Mancozebe (MANZATE 200 \*) y Metamidophos (TAMARON 600 SL \*) a razón de 1.5 kg de i.a./ha y 0.75 litros/ha respectivamente.

#### 5.9.6 Riegos

En 1987, primer año del período experimental, se observó que la lluvia precipitada en la región fue poca y mal distribuida; dio inicio el 29 de mayo y terminó los primeros días de septiembre (desafortunadamente la estación El Valle, no registró estos datos).

A consecuencia de las condiciones mencionadas, el cultivo de caña de azúcar presentó síntomas de deficiencia de agua, por lo que fue necesario aplicar cuatro riegos de auxilio entre el mes de diciembre de 1987 a febrero 1988, a partir de esta fecha la fuente de agua agotó su caudal.

---

\* Marca registrada del producto comercial

### 5.9.7 Cosecha.

#### 5.9.7.1 Frijol Común:

Se cosechó a los 86 días después de la siembra, coincidiendo con el período de canícula, lo que permitió aporrearlo directamente en el campo y dejar los residuos allí mismo.

#### 5.9.7.2 Caupí:

Se cosechó a los 88 días después de la siembra y se siguió el mismo método usado en el frijol.

#### 5.9.7.3 Maní o Cacahuate:

Se cosechó a los 115 días después de la siembra, tomando como señales el amarillamiento de las hojas y maduración del grano.

Se arrancaron las plantas, se les quitó las vainas y se colocaron sobre costales para secarlas, el rastrojo fue dejado en el terreno.

#### 5.9.7.4 Caña de Azúcar:

La caña se cosechó a los 541 días después de la siembra, esta prolongación en su ciclo vegetativo obedece a la condición de plantilla, condiciones climáticas y altitud superior a los 1000 m.s.n.m., en donde se reportan períodos vegetativos entre 15 y 22 meses (30).

Se cosechó la parcela útil, y se obtuvo el peso en libras por parcela, para determinar la relación tonelada métrica/ha por cada tratamiento.

Para analizar la producción de azúcar por tonelada de caña se tomó una muestra de 10 cañas por cada tratamiento, se etiquetó y se envió al Ingenio El Salto, para su análisis de laboratorio.

Con el objeto de analizar la producción de panela, se tomó el rendimiento bruto de la caña, es decir, lo cosechado en la parcela útil y no útil de la unidad experimental; luego se unió el rendimiento de las cuatro repeticiones por cada tratamiento, para llevarlo al trapiche, molerlo y procesar la panela. Se hizo así, debido a que las calderas de los trapiches, trabajan con una capacidad mínima aproximada de 575 litros de guarapo o jugo, cantidad de caldo imposible de extraer en el rendimiento de caña de una unidad o parcela.

El rendimiento de panela se pesó en libras por tratamiento y se convirtió este dato en toneladas de panela/ha, para su posterior correlación con rendimiento de azúcar.

En la figura A-2, se ilustra el esquema de un trapiche de la región en donde se elabora la panela.

## 6. VARIABLES RESPUESTA

### 6.1 RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

#### 6.1.1 Leguminosas.

- a) Rendimiento de grano en kg/ha.
- b) Componentes primarios del rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso seco de 100 semillas en grs.

#### 6.1.2 Caña de Azúcar.

- a) Se evaluó el rendimiento de caña en peso de tallos molederos ton/ha.
- b) Rendimiento de azúcar en lbs/ton, kg/ton y ton/ha.
- c) Rendimiento de panela en número de mancuernas/ha, número de cargas/ha y peso de panela en ton/ha.

#### 6.1.3 Producción Total de Alimentos (PTA).

Evaluación que consistió en sumar el rendimiento de leguminosas en grano y rendimiento de azúcar en ton/ha.

## 6.2 ANALISIS DE LA INFORMACION

### 6.2.1 Análisis de Varianza (ANDEVAS)

Se practicaron los análisis de varianza o técnica de Fisher para las siguientes variables:

- a) Leguminosas: número de vainas/planta, número de semillas por vaina, peso seco de 100 semillas y rendimiento de grano en kg/ha.
- b) Caña de Azúcar: rendimiento de caña en peso ton/ha, de azúcar en lbs/ton, kg/ton y ton/ha.
- c) Producción Total de Alimentos (PTA), en ton/ha.

### 6.2.2 Pruebas de Significancia entre Medias

A las variables que mostraron significancia en los ANDEVAS, se les aplicó la prueba de comparación de Tukey, con el objeto de discriminar promedios y establecer la significación entre ellos.

### 6.2.3 Análisis de Correlación Lineal

Para analizar estadísticamente la apreciación del rendimiento de panela, se correlacionó esta producción con el rendimiento de azúcar reportado por el Ingenio El Salto.

Se realizó un análisis de correlación lineal, entre la producción de panela obtenida (variable dependiente), y el rendimiento de azúcar (variable independiente) en ton/ha.

#### 6.2.4 Análisis Económico

##### 6.2.4.1 Ingreso Neto (IN):

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 han sido remuneradas (4).

Se define como:  $IN = VP - CT$

En donde:

VP= Valor de la Producción o Ingreso Total

CT= Costos Totales

##### 6.2.4.2 Ingreso Familiar en Efectivo (IFE):

Índice utilizado en la evaluación de sistemas de producción manejados por el agricultor y su familia, especialmente aquellos productores que tienden a comprar pocos insumos (4).

Se define como  $IFE = VPV - CE$

En donde:

VPV= Valor de la producción comercializable, a precios del mercado local.

CE = Costos en efectivo, que es la inversión monetaria real que utiliza el agricultor, exceptuando por lo tanto la mano de obra familiar.

#### 6.2.4.3 Rentabilidad:

Indice utilizado para estimar la eficiencia de la inversión realizada, expresada en porcentajes de rentabilidad.

Se le define como: 
$$R = \frac{IN}{CT} \times 100$$

En donde:

IN= Ingreso Neto

CT= Costos Totales

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS

#### 7.1.1 Caña de Azucar

Los resultados del análisis de varianza (ANDEVA), realizado para la variable rendimiento en peso de caña de azucar, se ilustran en el Cuadro 2.

Este indica que el rendimiento de la caña de azucar en peso, no fue afectado por la siembra intercalada de tres leguminosas de grano en sus diferentes arreglos espaciales; es decir, que todos los tratamientos evaluados se consideran estadísticamente iguales, según los valores en la distribución de Fisher. Estos resultados coinciden con los obtenidos por varios investigadores, en ensayos similares (11,23,26, 34).

Sin embargo, aunque no se marcó una diferencia significativa en los sistemas evaluados, se observó que el sistema de caña en monocultivo mostró cierta tendencia a tener un rendimiento inferior que los cultivos asociados (Cuadro 3), como se ilustra en la figura No. 4.

Los mayores rendimientos fueron para los tratamientos de caña asociada con caupí hilera doble, maní hilera doble y simple, con valores de 62.90, 62.37 y 61.33 ton/ha respectivamente.

Resultados y efectos similares fueron obtenidos por Maldonado Muñoz (23), quien lo atribuyó al aporte de N y P de las leguminosas.

### 7.1.2 Azucar

De acuerdo con el ANDEVA efectuado para la variable rendimiento de azucar (lbs/ton, kg/ton, ton/ha) (Cuadro 2), se determinó que no hubo efecto de los tratamientos aplicados, lo cual indica que la intercalación de los cultivos anuales no afecta la calidad de la caña de azucar. El máximo rendimiento de azucar se obtuvo en el tratamiento de caña en monocultivo con valor de 85.25 kg de azucar/ton de caña; y el rendimiento máximo por unidad de área se obtuvo en el tratamiento de caña asociada con maní en hilera doble, con valor de 5.19 ton de azucar/ha (Cuadro 3).

### 7.1.3 Rendimiento de Panela

Debido a la falta de repeticiones en la variable rendimiento de panela, no fue posible realizar la prueba de Fisher. De acuerdo con el Cuadro 3, puede observarse que el tratamiento de caña asociada con maní en hilera doble, obtuvo el máximo valor igual 34.33 cargas/ha y 5.56 ton de panela/ha, lo cual correlaciona con el máximo rendimiento de azucar/ha del mismo tratamiento.

CUADRO 2.

Valores para la distribución de Fisher, F calculada y F tabulada de las variables rendimiento de caña en peso (ton/ha), azúcar (lbs/ton, kg/ton, ton/ha) y Producción Total de Alimentos (ton/ha), en caña monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano, aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa. 1987-1988.

| FUENTE DE VARIACION | G.L. | F CALCULADA    |                       |           |           | F TABULADA |      |        |
|---------------------|------|----------------|-----------------------|-----------|-----------|------------|------|--------|
|                     |      | REND. DE CAÑA  | RENDIMIENTO DE AZUCAR |           | PTA       | 0.05       | 0.01 |        |
|                     |      | EN PESO ton/ha | lbs/ton               | kg/ton    | ton/ha    |            |      | ton/ha |
| Tratamientos        | 5    | 0.41 N.S.      | 0.35 N.S.             | 0.35 N.S. | 0.29 N.S. | 7.81**     | 2.90 | 4.32   |
| Error               | 15   |                |                       |           |           |            |      |        |
| Total               | 23   |                |                       |           |           |            |      |        |
| C.V. (%)            |      | 7.02           | 10.05                 | 10.05     | 9.76      | 8.40       |      |        |

\*\* Significativo al 1%  
 N.S. No significativo.

**CUADRO 3.**

Rendimiento de caña en peso (ton/ha), de azúcar (lbs/ton, kg/ton, ton/ha), de panela (mancuernas/ha, cargas/ha, ton/ha), en caña monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano, aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa 1987-1988.

| TRATAMIENTO |       | RENDIMIENTO DE CAÑA<br>En peso ton/ha | RENDIMIENTO DE AZÚCAR |        |        | RENDIMIENTO DE PANELA |                   |        |
|-------------|-------|---------------------------------------|-----------------------|--------|--------|-----------------------|-------------------|--------|
| No.         | Clave |                                       | lbs/ton               | kg/ton | ton/ha | Mancuernas/ha<br>(*)  | Cargas/ha<br>(**) | ton/ha |
| 1           | CFHD  | 60.57                                 | 176.43                | 80.03  | 4.81   | 991.67                | 31.00             | 4.93   |
| 2           | CCHS  | 59.19                                 | 187.56                | 85.07  | 4.98   | 875.00                | 27.33             | 4.88   |
| 3           | CCHD  | 62.90                                 | 175.29                | 79.51  | 4.98   | 1058.33               | 33.00             | 5.32   |
| 4           | CMHS  | 61.33                                 | 179.69                | 81.51  | 5.00   | 1016.67               | 31.67             | 5.12   |
| 5           | CMHD  | 62.37                                 | 182.75                | 82.89  | 5.19   | 1100.00               | 34.33             | 5.56   |
| 6           | CM    | 60.42                                 | 187.94                | 85.25  | 5.14   | 1000.00               | 31.33             | 5.08   |

(\*) Medida local usada por los paneleros, que consta de dos bolas formadas por cuatro tapas semiesféricas de 0.18 m de diámetro.

(\*\*) La carga consta de 32 mancuernas, y es la medida utilizada en la comercialización por mayor de la panela.

Rendimiento de caña de azúcar  
( ton. / ha. )

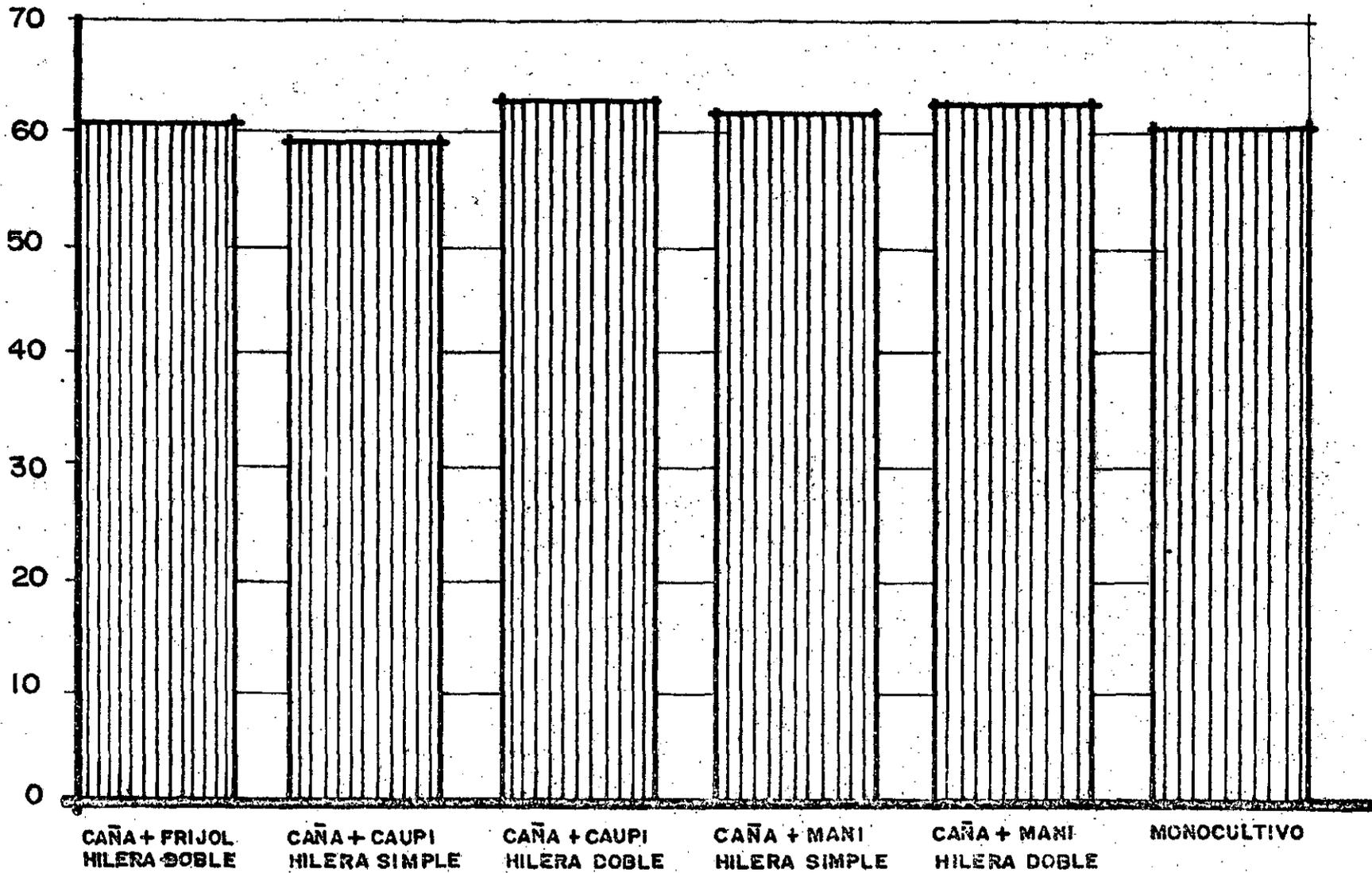


FIGURA No. 4 Rendimiento de caña de azúcar (ton./ha.) en monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
INIA  
CARRERA DE AGRICULTURA  
UNIVERSIDAD DE CAROLINAS

Según el análisis de correlación efectuado, demuestra que existe relación entre las variables rendimiento de azúcar y panela a un nivel de significancia de 15.99%, con un valor de 1.70 para "t" calculada y un coeficiente de correlación de 0.65 (Cuadro 1A). La relación encontrada es del tipo positiva o directa, indicándose que a mayor rendimiento de azúcar, se espera mayor rendimiento de panela (figuras 3A y 4A).

#### 7.1.4 Leguminosas

El rendimiento de grano de las leguminosas fue afectado por los tratamientos aplicados (Cuadro 4).

El tratamiento con mayor rendimiento de caña de azúcar, también obtuvo el máximo rendimiento de las leguminosas; es decir maní en hilera doble asociado con caña de azúcar con un valor de 1999 kg de grano/ha (Cuadro 5); el cuál puede considerarse adecuado en relación a lo obtenido por los agricultores de la región que cultivan maní en monocultivo.

Estadísticamente el valor anterior demostró ser superior a los demás tratamientos con una diferencia altamente significativa (Cuadro 5).

Según los ANDEVAS y pruebas de medias, el número de vainas por planta, se considera esta-

Cuadro 4. Valores para la distribución de Fisher, F calculada y F tabulada de las variables rendimiento de grano y componentes primarios del rendimiento (vainas/planta, semillas/vaina, peso de 100 semillas en gr), de tres leguminosas de grano asociadas con caña de azúcar, aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa 1987.

| FUENTE DE VARIACION | G.L. | REND. DE GRANO<br>kg/ha | F CALCULADA<br>COMPONENTES DEL RENDIMIENTO |                |                         | F TABULADA |      |
|---------------------|------|-------------------------|--|----------------|-------------------------|------------|------|
|                     |      |                         | Vainas/planta                              | Semillas/vaina | Peso de 100<br>semillas | 0.05       | 0.01 |
| Tratamientos        | 4    | 10.68*                  | 9.95*                                      | 11722.3*       | 902.74*                 | 3.26       | 5.41 |
| Error               | 12   |                         |  |                |                         |            |      |
| Total               | 19   |                         |  |                |                         |            |      |
| C.V. (%)            |      | 21.79                   | 13.47                                      | 1.08           | 2.19                    |            |      |

\*Significativo al 1%

dísticamente igual en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento caupí hilera doble asociado con caña de azúcar con un valor de 20.38 vainas/planta, el más bajo en relación a los demás (Cuadro 6).

Respecto al número de semillas/vaina, el caupí presentó el máximo valor de 10.27, y el mínimo fue para el maní con 2.93 semillas/vaina; esta ventaja relativa del caupí no incidió en el rendimiento, ya que el maní con un mayor valor de peso de 27.41 grs/100 semillas, superó en rendimiento al frijol y caupí con valores de 20.53 y 13.85 grs/100 semillas respectivamente (Cuadro 6) y (Figura 5).

#### 7.1.5 Producción Total de Alimentos (PTA)

El Cuadro 2 muestra la diferencia altamente significativa entre los tratamientos para PTA. La prueba de medias (Cuadro 7), establece que el tratamiento caña asociada con maní en hilera doble fue superior a todos los tratamientos con un valor de 7.19 ton/ha y estadísticamente igual a maní en hilera simple asociado con caña de azúcar (Figura 6).

Los demás tratamientos son considerados iguales según la prueba de Tukey al 1%, como se ilustra en el Cuadro 7.

La caña de azúcar en monocultivo fue la menos eficiente para producir alimentos totales, con valor de 5.14 ton/ha, lo cual denota que los sistemas asociados son capaces de producir más alimentos por unidad de área.

**Cuadro 5 Pruebas de medias para el rendimiento de grano (kg/ha), de tres leguminosas de grano asociadas con caña de azúcar, aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa 1987.**

| No. | TRATAMIENTO |  | RENDIMIENTO DE GRANO<br>kg/ha | Tukey 1%(*) |
|-----|-------------|--|-------------------------------|-------------|
|     | Clave       |  |                               |             |
| 5   | CMHD        |  | 1999.23                       | a           |
| 4   | CMHS        |  | 1219.62                       | b           |
| 3   | CCHD        |  | 886.64                        | b c         |
| 1   | CFHD        |  | 855.40                        | b c         |
| 2   | CCHS        |  | 658.04                        | c           |

\* Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey al 1%

**Cuadro 6 Rendimiento de tres leguminosas\* y componentes primarios del rendimiento, obtenidos en la asociación de caña de azúcar con frijol, caupí y maní respectivamente, en la aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa 1987.**

| No. | TRATAMIENTO |  | REND. DE GRANO<br>kg/ha | COMPONENTES DEL RENDIMIENTO |                  |                                     |  |
|-----|-------------|--|-------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------------|--|
|     | Clave       |  |                         | Vainas/planta               | Semillas/vaina   | Peso seco<br>100 semi-<br>llas(grs) |  |
|     |             |  | Tukey<br>1% (**)        | Tukey<br>1% (**)            | Tukey<br>1% (**) | Tukey<br>1% (**)                    |  |
| 1   | CFHD        |  | 855.40 b                | 36.54 a                     | 5.25 b           | 20.53 b                             |  |
| 2   | CCHS        |  | 658.04 b                | 28.28 a b                   | 10.27 a          | 13.71 c                             |  |
| 3   | CCHD        |  | 886.64 b                | 20.38 b                     | 10.26 a          | 13.85 c                             |  |
| 4   | CMHS        |  | 1219.62 b               | 34.35 a                     | 2.95 c           | 27.29 a                             |  |
| 5   | CMHD        |  | 1999.23 a               | 33.10 a                     | 2.93 c           | 27.41 a                             |  |

\* Promedio de cuatro repeticiones.

\*\* Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey al 1%.

**Cuadro 7** Prueba de medias, para la variable Producción Total de Alimentos (PTA)\* en monocultivo de caña de azúcar y asociada con tres leguminosas de grano, aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa 1987.

| No. | TRATAMIENTO<br>Clave | PRODUCCION TOTAL DE ALIMENTOS (PTA) |               |
|-----|----------------------|-------------------------------------|---------------|
|     |                      | Ton/ha                              | Tukey 1% (**) |
| 5   | CMHD                 | 7.19                                | a             |
| 4   | CMHS                 | 6.22                                | a b           |
| 3   | CCHD                 | 5.87                                | b             |
| 1   | CFHD                 | 5.67                                | b             |
| 2   | CCHS                 | 5.64                                | b             |
| 6   | CM                   | 5.14                                | b             |

\* PTA es la sumatoria del rendimiento de azuca y grano de leguminosas, expresado en ton/ha.

\*\* Según la prueba de Tukey al 1% todos los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

□ Vainas / planta

■ Semillas / vaina

▨ Peso seco de 100 semillas (grs.)

\* Tratamiento con igual letra son estadísticamente iguales según la prueba de TUKEY al 1%.

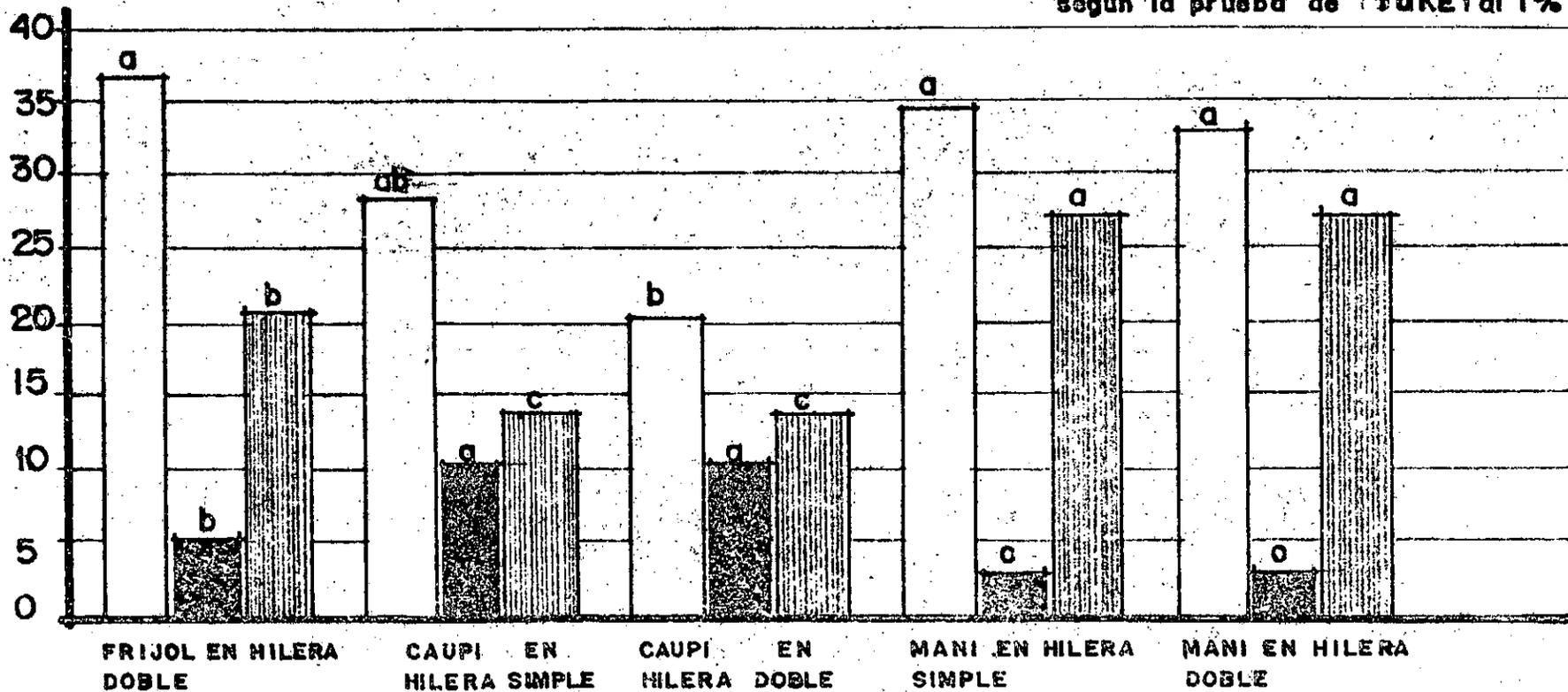
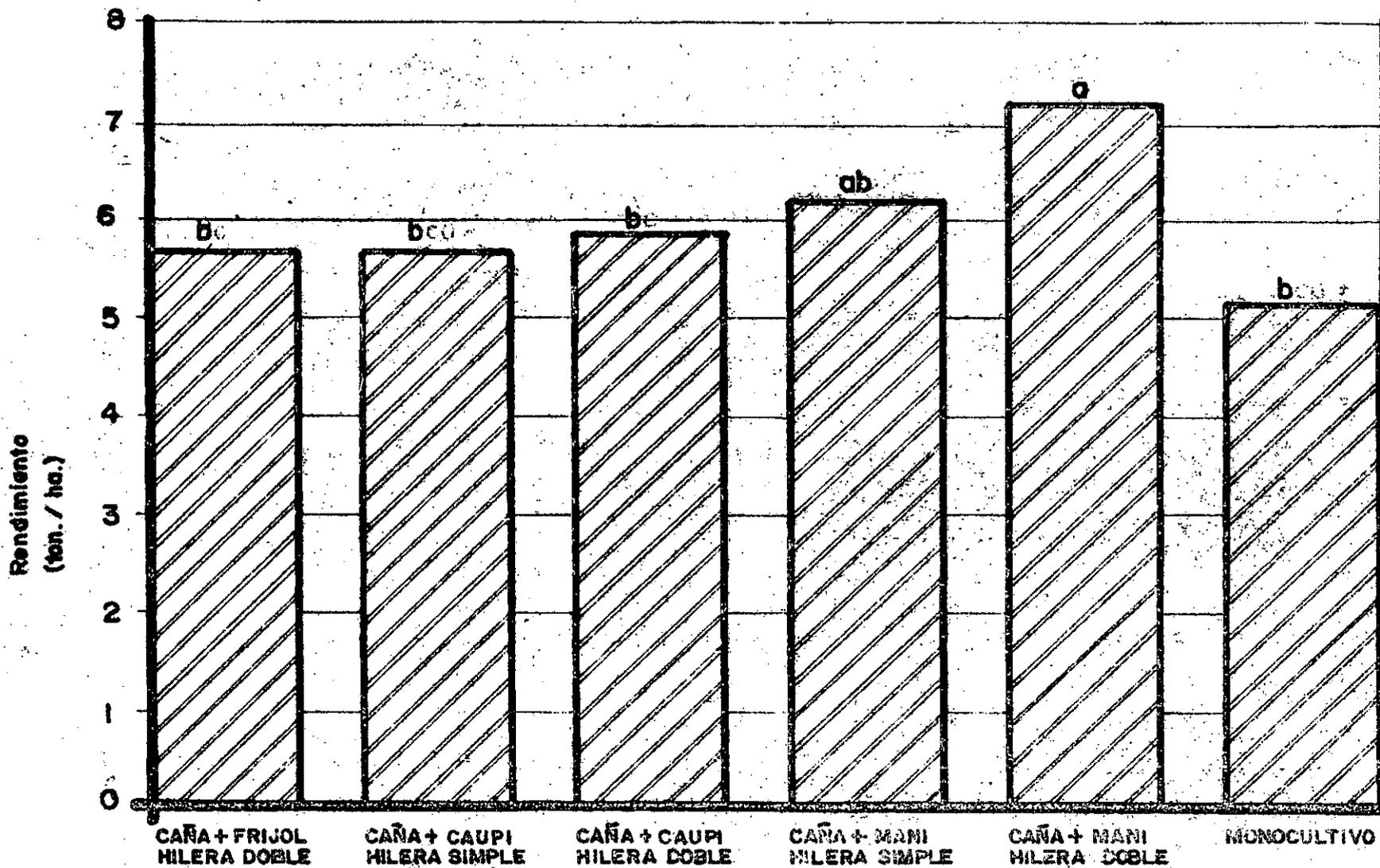


FIGURA No. 5 Componentes del rendimiento de tres leguminosas de grano asociadas con caña de azúcar.



**FIGURA No.6** Producción total de alimentos (PTA) de caña en monocultivo y asociado con tres leguminosas de grano.

\* Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales, según la prueba TUKEY al 1%.

## 7.2 ANALISIS ECONOMICO

Los valores presentados en el Cuadro 8, indican que los sistemas de caña asociada con maní, son los más rentables; obteniéndose un ingreso neto marcadamente superior a los demás sistemas evaluados.

Los sistemas asociados resultaron ser más rentables que el monocultivo de caña de azúcar el cuál presentó el valor más bajo en concepto de ingreso neto y rentabilidad, con Q.241.67/ha y 9.37% respectivamente.

Es importante indicar que de los costos totales, las actividades de preparación del suelo y elaboración de panela absorbieron la mayor parte de éstos.

De acuerdo a este análisis, el sistema de caña asociada con maní no importando el arreglo espacial de la leguminosa, representa una posibilidad económica para el pequeño cañicultor de la región, con una rentabilidad mayor del 50% y valores de ingreso neto e ingreso familiar en efectivo superiores a los Q.2000 y Q.3000/ha respectivamente.

**Cuadro 8** Análisis económico, en términos de costo total, ingreso total, ingreso neto, ingreso familiar en efectivo y rentabilidad por hectárea, en sistemas de caña monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano, aldea Llano Grande, Casillas, Santa Rosa 1987 - 1988.

| No. | TRATAMIENTO<br>Clave | COSTO TOTAL<br>(CT) Q. | INGRESO TOTAL<br>(IT) Q. | INGRESO NETO<br>(IN) Q. | INGRESO FAMILIAR<br>EFECTIVO (IFE)Q | RENTABILIDAD<br>% |
|-----|----------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 1   | CFHD                 | 3855.37                | 4581.54                  | 726.17                  | 2017.86                             | 18.83             |
| 2   | CCHS                 | 3214.63                | 3620.28                  | 405.65                  | 1570.86                             | 12.62             |
| 3   | CCHD                 | 3899.10                | 4631.50                  | 732.40                  | 2022.54                             | 18.78             |
| 4   | CMHS                 | 3387.53                | 5270.22                  | 1882.69                 | 3079.06                             | 55.58             |
| 5   | CMHD                 | 4055.92                | 6615.74                  | 2559.82                 | 3936.44                             | 63.11             |
| 6   | CM                   | 2578.03                | 2819.70                  | 241.67                  | 1239.97                             | 9.37              |

## 8. CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación, nos conducen a establecer las siguientes conclusiones:

- a) La caña de azúcar tanto en peso, como en azúcar y panela, no fue afectada por la presencia de las leguminosas en sus diferentes arreglos espaciales.
- b) Los sistemas asociados fueron más rentables que el monocultivo de caña, pudiendo de esta forma incrementar el ingreso neto del pequeño cañicultor.
- c) Los sistemas asociados resultaron ser más eficientes, en la Producción Total de Alimentos, que el sistema monocultivo.
- d) El sistema de caña de azúcar asociada con maní, puede presentarse como una alternativa económica factible para el cañicultor minifundista de la región, especialmente en condiciones de plantilla o ciclo de renovación.

## 9. RECOMENDACIONES

Basados en los conocimientos adquiridos por la experiencia de la presente investigación, se recomienda lo siguiente:

- a) Evaluar otras variedades de maní en diferentes arreglos espaciales, intercaladas con caña de azúcar.
- b) Evaluar diferentes variedades de caña de azúcar asociada con maní.
- c) Evaluar diferentes variedades de caña de azúcar en cuanto a rendimiento de panela, tratando de reducir el tiempo de corte a 12 meses.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ CAJAS, V.M. 1982. Determinación de tamaño óptimo de parcela experimental en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) bajo las condiciones de la finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
2. ARBOLEDA, R.F.; et al. 1979. El cultivo de maíz intercalado con caña de azúcar. In Siembra de Cultivos Intercalados con Caña de Azúcar en Colombia. (1, 1987, Santo Domingo). Memorias. Cali, Colombia, TECNICAÑA. p. 6-10.
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. AVILA, M. 1979. La evaluación económica de la producción animal; conceptos y aplicaciones. Turrialba, C.R., CATIE. 26 p.
5. BAINS, S.A.; SINGH, K.N. 1970. A note on relative performance of different intercrops in sugarcane. Indian Journal of Agronomy (India) 15(1):88.
6. BELALCAZAR H., R 1986. Control de malezas en caña azúcar. In El Cultivo de la Caña de Azúcar. (1, 1986, Cali). Memorias. Cali, Colombia, TECNICAÑA. p. 60-70.
7. BHOJ, R.L.; KAPOOR, P.C. 1971. Intercropping of maiza in spring planted sugarcane gives high profits with adequate nitrogen use. Indian Journal of Agronomy (India) 15(3): 242-246.
8. BRENES, O.C. 1981. Los cultivos asociados y el combate de malezas. Turrialba, C.R., CATIE. 13 p.
9. DAYANAND GOSWANI, N.N. 1979. Greem-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 returns in Marathwoda region. Indian Sugar (India) 27(5):261-263.

11. ELGUETA GROSJEAN, A.P. 1987. Evaluación de tres arreglos espaciales, con tres niveles de fertilización nitrogenada en el sistema caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) asociada con frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.
12. GARCIA ARCHILA, A.E. 1977. Estudio competitivo de seis variedades de cowpea y caña de azúcar en la Finca Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
13. GARCIA, P.; CARDONA, C; RAIGOSA, J. 1984. Evaluación de poblaciones de insectos de plagas en la asociación caña de azúcar-frijol y su relación con los rendimientos. Revista Colombiana de Entomología 5 (1): 17-24
14. GARCIA PUERTA, C.; FRANCO ARANGO, R. Siembra intercalada: caña de azúcar-frijol efectuada en el Ingenio Mayaguez. p. 1-9.  
  
Sin publicar.
15. GOMEZ, R. 1984. Cultivos asociados con caña panelera en la Hoya del Río Suárez. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (5., 1984, Cali, Col.). Cali, Colombia, TECNICAÑA. p. 101-123.
16. 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. (1980, Cerro verde, El Sal.). Memoria. Turrialba, C.R., CATIE. p. 11-40.
17. HOLDRIDGE, L.R. 1958. Mapa de zonificación de Guatemala. Guatemala. SCIDA. Esc. 1:500,000. Color.
18. HUSZ, G. St. 1977. Control de producción en la agroindustria azucarera como base de valorización adecuada de la caña de azúcar. Sao Paulo, Brasil. Ed. CIBA-GEIGY. p.37-49.
19. KRUTMAN, S. 1968. Cultura consorciada cana x frijoeiro primeros resultados. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Bra.) 3:127-124.

20. LEDESMA, F.I.; VILLARICO, E.S. s.f. Intercropping sugarcane with mugbean, soybean, rice and corn. Victorias Agricultural Reserch (Philippines) no. 14:35.
21. LEIHNER, D.E.; et al. 1976. Producción de yuca en cultivos múltiples. In YUCA: Investigación, Producción y Utilización. (1, 1976, Cali). Resúmenes. Cali, Colombia, PNUD/CIAT. p.261-315.
22. LOPEZ FERRER, F.A. 1948. Manual práctico de fabricación de azucar de caña, mieles y siropes invertidos con su control tecnico-químico. Habana, Cuba, Cultural. 511 p.
23. MALDONADO, S.I. 1984. Evaluación agronómica del sistema caña da azúcar (Saccharum officinarum L.) asociada 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. 39 p.
24. MASAYA SANCHEZ, P.N. 1975. El cultivo del frijol en el Suroriente de Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. 13 p.
25. MENDOZA CRUZ, B.S. 1988. Evaluación de cinco variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) asociadas con maíz (Zea mays L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
26. 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.
27. MORENO, R.A. 1979. Algunos sistemas de producción de cultivos anuales de pequeños agricultores en el Istmo Centroamericano. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 37 p.

28. \_\_\_\_\_. 1980. Algunos criterios para evaluar sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores. In Reunión Regional sobre Metodologías para el Desarrollo de Alternativas Tecnológicas en Sistemas de Cultivos. (1980, Cerro Verde, El Sal.). Memoria. Turrialba, C.R., CATIE. p. 223-257.
29. ORTEGA CARTAYA, E. 1981. Desarrollo de enfermedades en asociaciones de cultivo bajo diferentes tipos de manejo. Turrialba, C.R., CATIE. 21 p.
30. SANCHEZ POTES, A. 1982. Cultivos de plantación manuales para la educación agropecuaria. México D.F., Trillas. p.63-79.
31. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
32. SORIA, J. et al 1975. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba (C.R.) 25(3):283-293.
33. SOTO, J.A. 1981. Comportamiento de las plagas en el cultivo asociado. Turrialba, C.R., CATIE. 21 p.
34. 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 (Mex.) 8(39): 31-35.
35. ZUÑIGA, H.; MANTILLA, C.; RAIGOSA, J. 1981. Factibilidad agronómica y entomológica de la siembra intercalada de caña de azúcar y frijol. In Siembra de Cultivos Intercalados con Caña de Azúcar en Colombia (1, 1987, Santo Domingo). Memorias. Cali, Colombia, TECNICAÑA. p. 66-67.

Vo. Bo.  
*Patruel*



**11. A P E N D I C E**

Cuadro 1A. Análisis de correlación lineal entre las variables, rendimiento de azúcar (variable independiente) y rendimiento de panela (variable dependiente) en ton/ha.

| TRATAMIENTO | X<br>RENDIMIENTO DE<br>AZUCAR(ton/ha) | Y<br>RENDIMIENTO DE<br>PANELA(ton/ha) | XY     | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------|----------------|----------------|
| 1           | 4.81                                  | 4.93                                  | 23.71  | 23.14          | 24.30          |
| 2           | 4.98                                  | 4.88                                  | 24.30  | 24.80          | 23.81          |
| 3           | 4.98                                  | 5.32                                  | 26.49  | 24.80          | 28.30          |
| 4           | 5.00                                  | 5.12                                  | 25.60  | 25.00          | 26.21          |
| 5           | 5.19                                  | 5.56                                  | 28.86  | 26.94          | 30.91          |
| 6           | 5.14                                  | 5.08                                  | 26.11  | 26.42          | 25.81          |
|             | 30.10                                 | 30.89                                 | 155.07 | 151.09         | 159.36         |

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = 0.65 ; \quad t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = 1.70^*$$

\* Significativo al 15.99%

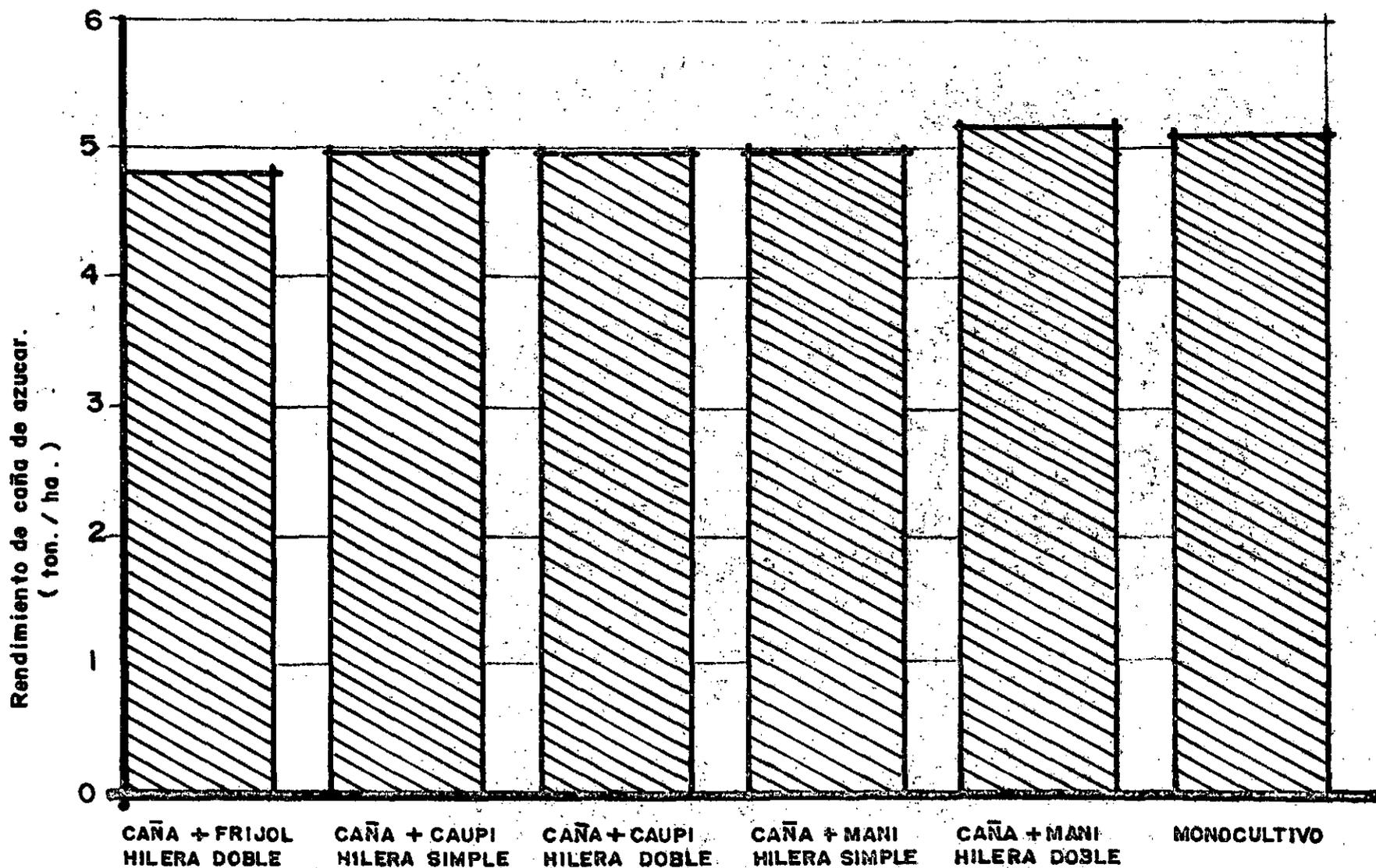


FIGURA No. 1A Rendimiento de azúcar (ton./ha.) de caña en monocultivo y asociada con tres leguminosas de grano.

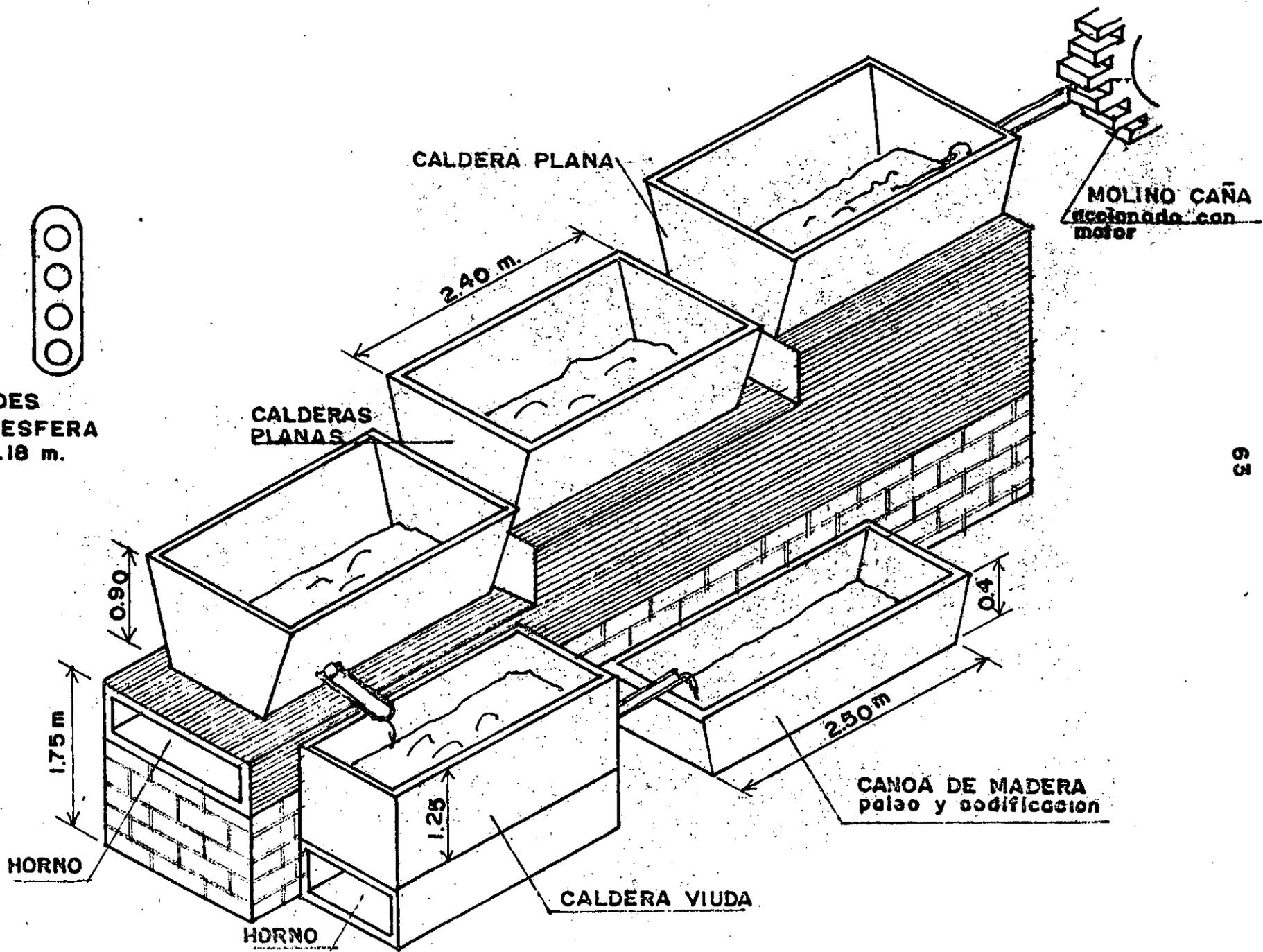
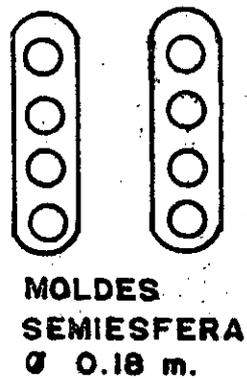


FIGURA 2 A Esquema de un trapiche o unidad de procesamiento de PANELA.

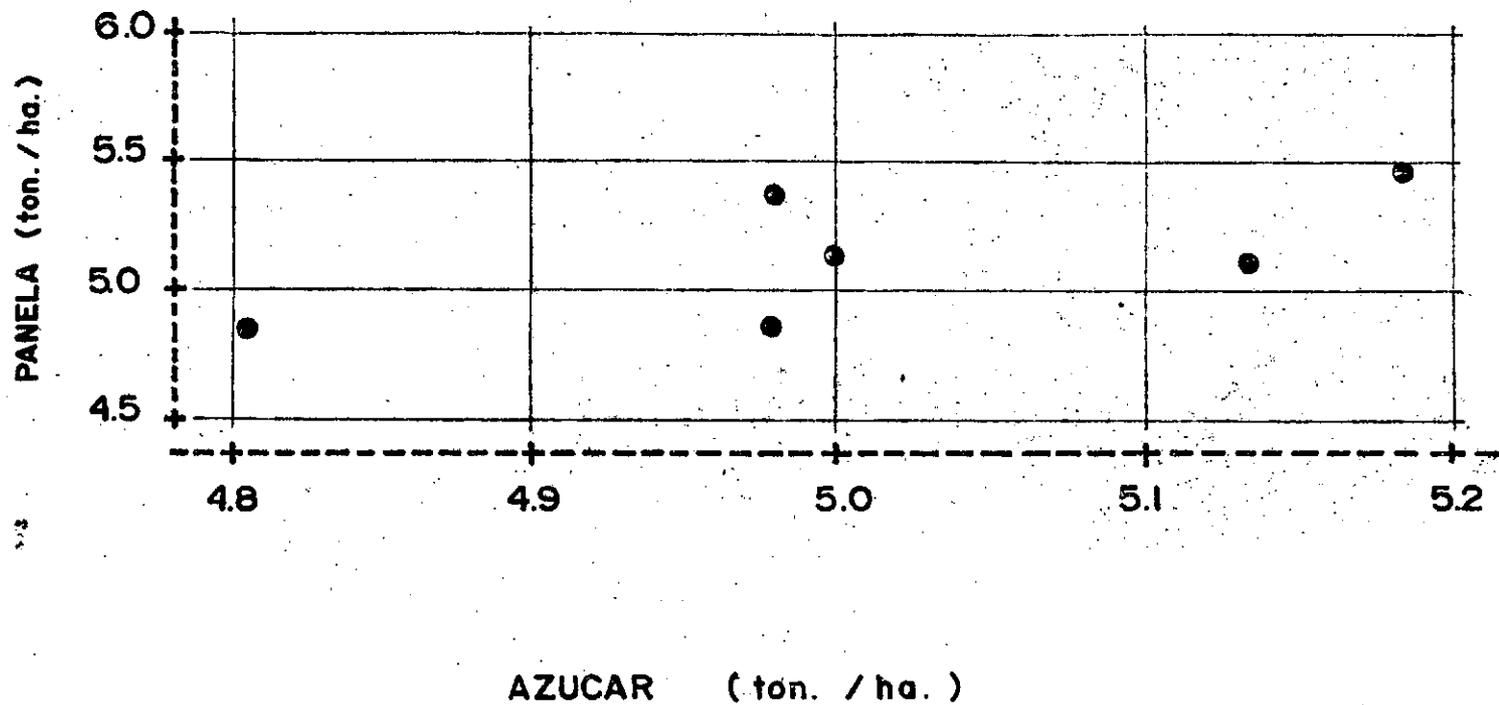


FIGURA No. 3A Diagrama de dispersion que muestra la relacion entre el rendimiento de panela y de azucar (ton./ha.)

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
C. A. V. I. A.  
TITULO:

RENDIMIENTO  
( ton. / ha. )

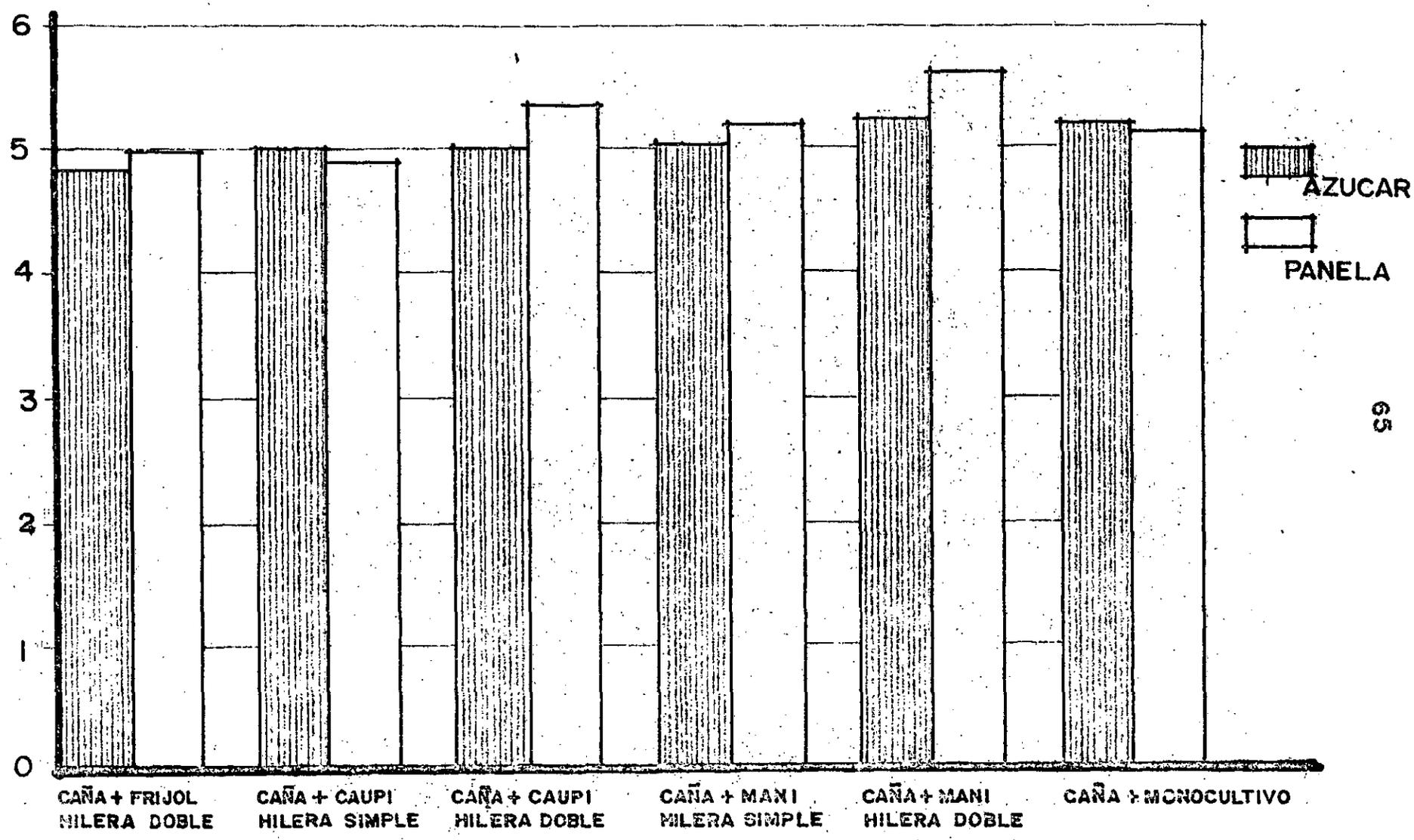


FIGURA No. 4 A Grafica que muestra los rendimientos comparativos y su relacion entre azucar y panela (ton./ha.) en caña monocultivo y asociada con tres leguminosas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA  
GUATEMALA, C. A.

9 de octubre de 1989

"IMPRIMASE"



*Anibal B. Martínez M.*  
ING. AGR. ANIBAL B. MARTÍNEZ M.  
DECANO