

EVALUACION AGRONOMICA DEL SISTEMA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) ASOCIADO CON LEGUMINOSAS DE GRANO, .

FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.), CAUPI (Vigna unguiculata Walp.) Y SOYA (Glycine max L.)\*

Same Iván Maldonado Muñoz\*\*  
Edgar A. Martínez Tambito\*\*\*

### RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, localizado en el municipio de San Miguel Panam, Suchitepéquez. El objetivo principal fue evaluar el efecto competitivo de los cultivos anuales sobre el rendimiento de la caña de azúcar.

Se evaluaron nueve sistemas de cultivos: Frijol Suchitán, Frijol Tamazulapa, Caupi black eye, Caupi pink-eye y soya asociada con caña de azúcar y frijol Suchitán, Caupi black-eye, soya y caña de azúcar en monocultivo; los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en un diseño de bloques al azar repetido tres veces. Se realizaron análisis de varianza y prueba entre promedios para las variables rendimiento en peso y azúcar y kg de grano/ha para los cultivos anuales.

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

En cuanto a los cultivos anuales se encontró diferencias significativas entre tratamientos para la variable rendimiento de grano. El mayor rendimiento se obtuvo cuando el Caupi black eye se sembró en monocultivo. El rendimiento de frijol Suchitán asociado con caña de azúcar superó en 60 kg de grano/ha a su respectivo monocultivo. Los cultivos asociados con caña de azúcar fueron más eficientes en el uso de la tierra.

---

\* Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, del 16-19 de abril de 1985. Parte del trabajo presentado, previo a optar el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas, Facultad de Agronomía, USAC.

\*\* Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, USAC

\*\*\* Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Docente-Investigador del Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala.

## INTRODUCCION

*La caña de azúcar es una de las especies cultivadas con mayor capacidad de producción de materia orgánica, y de mayor importancia económica para la agricultura tropical de Guatemala por constituir un cultivo generador de divisas.*

*El potencial de los cultivos asociados ha sido objeto de minuciosos estudios, considerándose como una alternativa para el pequeño y mediano agricultor por sus beneficios sobre el control de plagas, malezas y enfermedades. Asimismo, se ha determinado que las asociaciones de cultivos disminuyen los riesgos respecto a los monocultivos y constituyen una fuente de ingresos extras para el agricultor.*

*Las asociaciones de caña de azúcar con cultivos anuales constituyen una alternativa económica para el mediano y pequeño cañicultor de Guatemala, especialmente en períodos cuando los precios del azúcar disminuyen significativamente como consecuencia de la demanda y la oferta del mercado internacional; sin embargo, actualmente se carece de programas de investigación de sistemas de producción de cultivos asociados con caña de azúcar, razón por la cual se diseñó la presente investigación que se encuentra enmarcada dentro del programa de investigación en sistemas de cultivos asociados que actualmente está impulsando el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*

*Los objetivos del trabajo fueron: Evaluar el efecto competitivo de los cultivos anuales sobre el rendimiento de la caña de azúcar, y presentar los sistemas de cultivo asociado con caña de azúcar como una alternativa económica en términos de ingreso neto para el mediano y pequeño cañicultor de Guatemala.*

## METODOLOGIA

*El experimento se realizó en el Centro de Investigación en Agricultura Tropical Bulbuxyá de la Facultad de Agronomía, situado en el municipio de San Miguel Panam, Suchitepéquez, a 14° 39' Latitud Norte y 91° 22' Longitud Este y una altitud de 325 msnm.*

*La temperatura y precipitación media anual promedio de 10 años de registro es 25°C y 4192 mm respectivamente.*

*El suelo en donde se instaló el ensayo corresponde a la serie Cutzan, clasificado según la taxonomía de suelos de los Estados Unidos, como Lythic Ustropepts del orden Inceptisol (5).*

---

\* Estación meteorológica El Carmen, Santa Bárbara, Suchitepéquez.

Los tratamientos consistieron en nueve sistemas de cultivos, los cuales se dispusieron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones (Cuadro 1).

Cuadro 1 Sistemas de cultivos evaluados.

---

SISTEMA DE CULTIVO

---

*Caña de azúcar asociada con frijol Suchitán*  
*Caña de azúcar asociada con frijol Tamazulapa*  
*Frijol Suchitán en monocultivo*  
*Caña de azúcar asociada con Caupi black-eye*  
*Caña de azúcar asociada con Caupi pink-eye*  
*Caupi black-eye en monocultivo*  
*Caña de azúcar asociada con soya Júpiter*  
*Soya Júpiter en monocultivo*  
*Caña de azúcar en monocultivo*

---

La variedad de caña de azúcar utilizada fue la CP 65-357 generada en Canal Point, USA, la cual fue sembrada en cadena simple a 1.80 m entre surcos (Figura 1).

La distancia de siembra en los cultivos anuales fueron las siguientes (Figura 2):

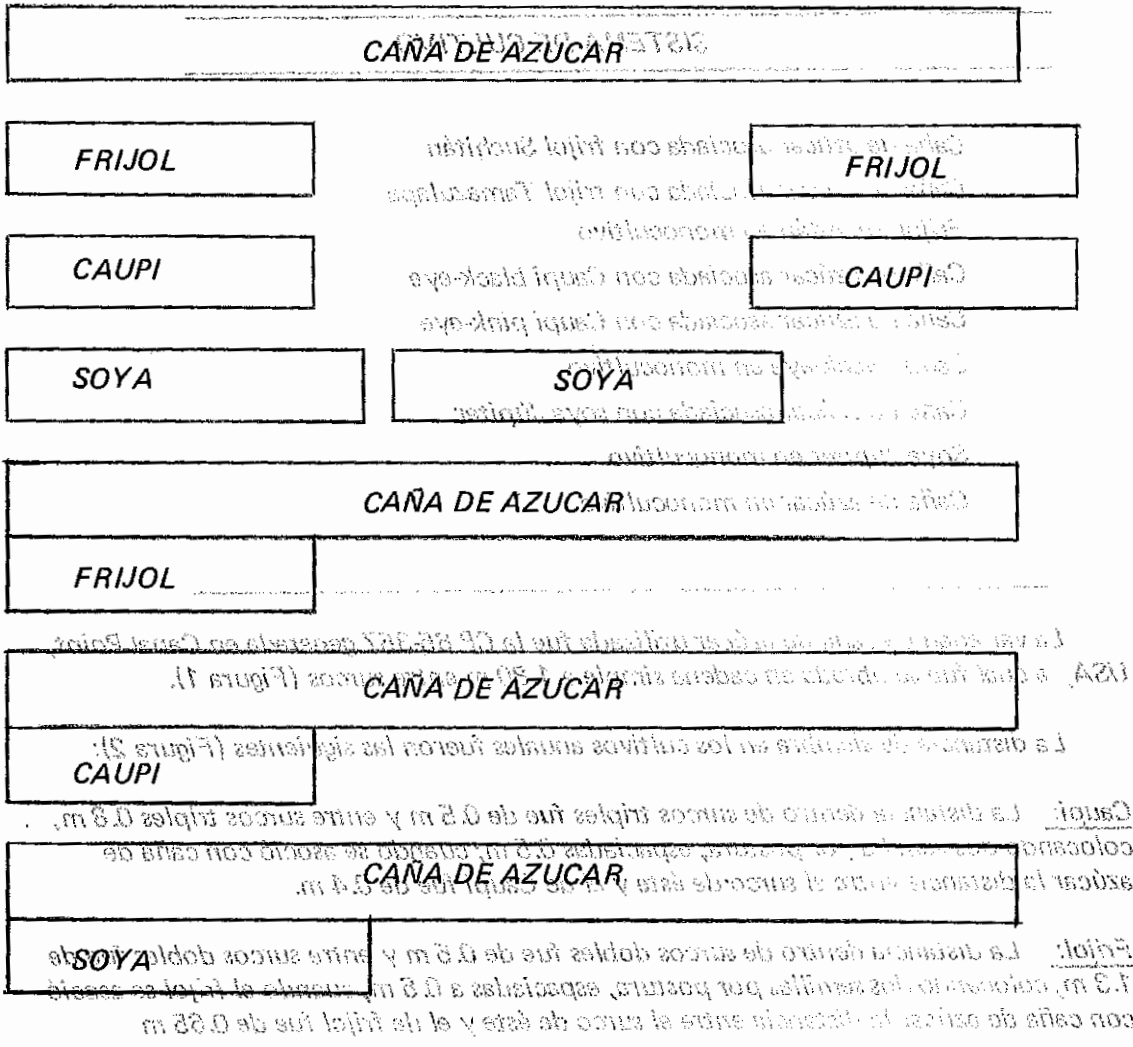
Caupi: La distancia dentro de surcos triples fue de 0.5 m y entre surcos triples 0.8 m, colocando dos semilla por postura, espaciadas 0.5 m; cuando se asoció con caña de azúcar la distancia entre el surco de éste y el de Caupi fue de 0.4 m.

Frijol: La distancia dentro de surcos dobles fue de 0.5 m y entre surcos dobles fue de 1.3 m, colocando dos semillas por postura, espaciadas a 0.5 m, cuando el frijol se asoció con caña de azúcar la distancia entre el surco de éste y el de frijol fue de 0.65 m.

Soya: La distancia dentro de surcos dobles fue de 0.6 m y entre surcos dobles fue de 1.2 m, colocando una semilla por postura, espaciada a 0.1 m; cuando la soya se asoció con caña de azúcar, la distancia entre éste y la soya fue de 0.6 m.

Los tratamientos fueron los siguientes: 1) CAÑA DE AZÚCAR (1983) y 2) CAÑA DE AZÚCAR (1984) con los cultivos de maíz, frijol, caupi y soya.

MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DIC.	ENERO	FEBR.	MAR.
------	-------	-------	--------	-------	--------	------	------	-------	-------	------



**Figura 1** Arreglos cronológicos de los diferentes sistemas de cultivos.

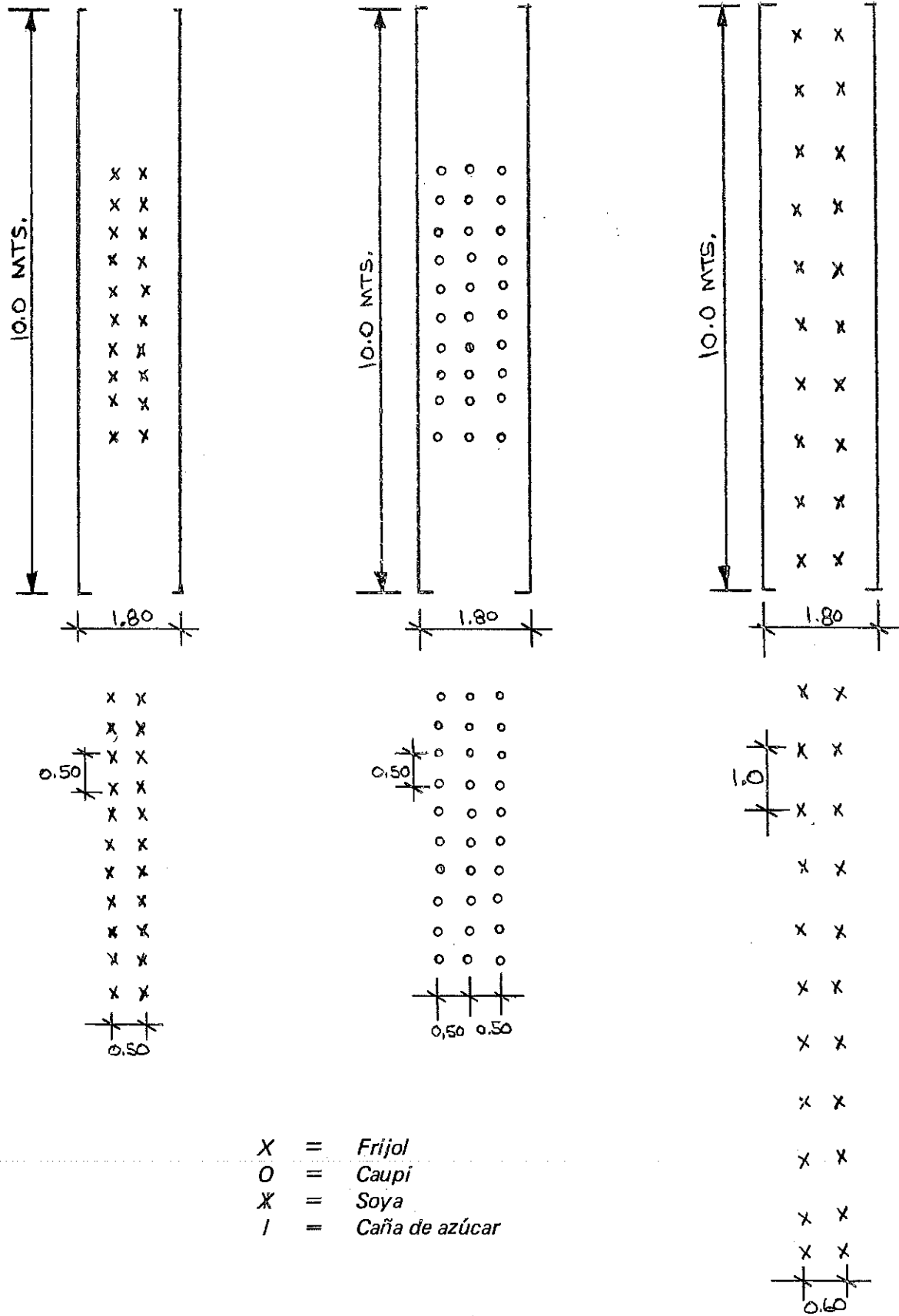


Figura 2 Arreglos espaciales de los diferentes sistemas de cultivos. En el caso de caña de azúcar en monocultivo se elimina el cultivo anual.

Los niveles de fertilización aplicados a todos los tratamientos fueron 100 - 80 - 100 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O/ha respectivamente, aplicando 1/3 de N y todo el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O a la siembra y el resto de nitrógeno (2/3) se aplicó a los 30 días después de la siembra en banda lateral e incorporado al suelo. Asimismo, se aplicó Carbofuran (Furadan 5G) al momento de la siembra en dosis de 1.0 - 1.5 kg de ia/ha.

El tamaño de la unidad experimental fue de 80 m<sup>2</sup> y de la parcela útil de 33.6 m<sup>2</sup> tanto para la caña de azúcar como para los cultivos anuales.

El rendimiento de la caña de azúcar y granos de los cultivos anuales fueron evaluados. Se realizaron análisis de varianza y pruebas entre promedios (Tukey y Duncan) para la variable rendimiento.

Los índices económicos determinados fueron el ingreso neto (IN) e ingreso familiar en efectivo (IFE) (2). Asimismo, se determinó el índice de uso equivalente de la tierra (UET) e índice de relación equivalente de área – tiempo (REAT) (7) (9). Dentro de los índices de análisis de crecimiento se determinó el índice de área foliar únicamente para los cultivos anuales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS:

Caña de azúcar: Para la variable rendimiento en peso de caña no se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 2); sin embargo, el máximo rendimiento se obtuvo cuando la caña se asoció con frijol tamazulapa, el cual fue de 66 TM/ha.

El rendimiento de los sistemas asociados de caña con frijol Tamazulapa, Caupi pink-eye y frijol Suchitán, superaron en 12, 9 y 6o/o respectivamente al rendimiento del sistema caña de azúcar en monocultivo.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bhadauria y Mathur (4), Ledesma y Villarico (8) y Sun y Sze (11), quienes indican que las gramíneas asociadas con leguminosas extraen más nutrientes y por lo tanto, producen más cuando se cultivan en forma asociada que cuando se cultivan en monocultivo. Asimismo, se ha determinado que cuando se cultivan gramíneas asociadas con leguminosas, y estas últimas se incorporan, aportan nitrógeno y fósforo orgánico al suelo (1, 10).

Es importante señalar que el menor rendimiento de caña de azúcar se obtuvo cuando ésta se asoció con soya, produciendo 42 TM/ha (Cuadro 2); esto se debió principalmente a la competencia por luz que ejerció el cultivo anual sobre la caña, reflejado en el índice de área foliar de la soya, el cual fue de 28 (Cuadro 3).

**Cuadro 2** Rendimiento (TM/ha) promedio de tres repeticiones de caña de azúcar y azúcar en diferentes sistemas de caña asociada con cultivos anuales.

Sistema de cultivo	Caña de Azúcar (TM/ha)	Azúcar (libras/TM)
Caña de azúcar con frijol Suchitán	62 <sup>1/</sup>	213 <sup>1/</sup>
Caña de azúcar con frijol Tamazulapa	66 a	207 a
Caña de azúcar con Caupi black-eye	50 a	212 a
Caña de azúcar con Caupi pink-eye	64 a	217 a
Caña de azúcar con soya Júpiter	42 b	155 a
Caña de azúcar en monocultivo	59 a	212 a

1/ Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa al 50/o de probabilidad según la prueba de Duncan.

**Cuadro 3** Uso equivalente de la Tierra (UET), índice de relación equivalente de área – tiempo (REAT) e índice de área foliar (IAF) en tres repeticiones de frijol, Caupi y Soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar.

Sistema de cultivo	UET	REAT	IAF
Caña de azúcar con frijol Suchitán	2.20	1.39	10
Caña de azúcar con frijol Tamazulapa			12
Frijol Suchitán en monocultivo			10
Caña de azúcar con Caupi black-eye	1.65	1.05	23
Caña de azúcar con Caupi pink-eye			24
Caupi black-eye en monocultivo			17
Caña de azúcar con soya Júpiter	1.57	1.00	28
Soya Júpiter en monocultivo			14

Cultivos Anuales: De acuerdo con el análisis estadístico existieron diferencias significativas entre tratamientos para la variable rendimiento de grano (Cuadro 4).

Cuadro 4 Rendimiento promedio de tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar.

Sistema de cultivo	Monocultivo kg/ha	Asociado kg/ha
Frijol Suchitán	417 $\frac{1/}{b}$	477 $\frac{1}{b}$
Frijol Tamazulapa	–	454 b
Caupi black-eye	1502 a	1196 a
Soya Júpiter	1148 a	989 a

1/ Letras distintas dentro de hileras indican diferencias significativas al 5o/o según la prueba de Tukey.

El mayor rendimiento se obtuvo en Caupi black-eye en monocultivo, produciendo 1502 kg/ha (Cuadro 4).

Según la prueba entre promedios, no hubo diferencia significativa entre el rendimiento de los sistemas de cultivos en forma asociada y en monocultivo como ocurrió en frijol Suchitán.

En términos generales, el rendimiento de los frijoles puede considerarse bajo si se compara con otros resultados obtenidos en el mismo tipo de asociación (3, 6), debiéndose principalmente a daños causados por enfermedades fungosas como consecuencia de la alta precipitación registrada durante el ciclo de los cultivos anuales. Durante este período, que fue de cuatro meses, cayeron 1862 mm de precipitación pluvial, representando este valor el 47o/o de la lluvia caída durante 1983; ésto favoreció la proliferación de enfermedades fungosas, principalmente *Mustia Hilachosa* (*Thanatephorus cucumeris*), la cual incidió principalmente en el rendimiento de grano de frijol y caupi.

#### USO EQUIVALENTE DE TIERRA (UET) E INDICE DE RELACION EQUIVALENTE DE AREA – TIEMPO (REAT):

En el Cuadro 3 se muestran los valores de UET y REAT obtenidos al considerar el rendimiento de biomasa comercial. Un valor de UET mayor de 1, significa mayor eficiencia en el uso de la tierra, por lo que todos los sistemas de cultivos asociados evaluados fueron más eficientes que los monocultivos.



**INDICADORES ECONOMICOS:**

*En el Cuadro 5 se muestran los valores de ingreso neto e ingreso familiar en efectivo de los diferentes sistemas de cultivos.*

*Los menores ingresos netos se obtuvieron en los sistemas de frijol común, debido principalmente a la inversión en el combate de enfermedades, lo cual incrementó los costos totales y al bajo rendimiento obtenido. El valor más alto de IN e IFE, se obtuvo en el tratamiento de caupi black-eye en monocultivo con Q. 779 y Q. 1234/ha respectivamente.*

*Es importante señalar que todos los valores de IFE de los sistemas de cultivos asociados, superaron a la caña en monocultivo, debido a que estos sistemas de cultivos son manejados por el agricultor y su familia, y este índice no considera el costo de oportunidad.*

**Cuadro 5** *Ingreso neto (IN) e Ingreso familiar en efectivo (IFE) en los diferentes sistemas de cultivo.*

<i>Sistema de cultivo</i>	<i>Ingreso Neto</i>	<i>Ingreso Familiar en efectivo</i>
	<i>Q/ha</i>	<i>Q/ha</i>
<i>Caña de azúcar con frijol Suchitán</i>	59	560
<i>Caña de azúcar con frijol Tamazulapa</i>	50	550
<i>Frijol Suchitán en monocultivo</i>	- 234	107
<i>Caña de azúcar con caupi black-eye</i>	597	1213
<i>Caña de azúcar con Caupi pink-eye</i>	288	881
<i>Caupi black-eye en monocultivo</i>	779	1234
<i>Caña de azúcar con soya Júpiter</i>	124	552
<i>Soya Júpiter en monocultivo</i>	240	545
<i>Caña de azúcar en monocultivo</i>	64	281

## CONCLUSIONES

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

1. Dentro de los elementos del clima, la precipitación fue determinante en la obtención de altos rendimientos en frijol Suchitán y en frijol Tamazulapa.
2. La práctica de asociar caña de azúcar con frijoles comunes resulta benéfico para la caña, aumentando su rendimiento en peso por unidad de área y en azúcar por tonelada de caña cosechada.
3. Los cultivos asociados con caña de azúcar fueron más eficientes en el uso de la tierra que los monocultivos.
4. La caña de azúcar asociada con Caupi black-eye puede presentarse como una alternativa económica, en términos de ingreso neto e ingreso familiar en efectivo, para el pequeño cañicultor de Guatemala, con la ventaja de producir proteína vegetal, lo cual vendría a mejorar su dieta alimenticia.

## BIBLIOGRAFIA

- <sup>1</sup>ABGOOLA, A.A. y A.A. FAYEMI. Preliminary trials on the intercropping of maize with different tropical legumes in western Nigeria. *Journal of Agricultural Science* 77 (2): 219-225. 1971.
- <sup>2</sup>AVILA, M. La evaluación económica de la producción animal, conceptos y algunas aplicaciones. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 26 p.
- <sup>3</sup>BAINS, S.A. DAYANAND y K.N. SINGH. A note on relative performance of different intercrops in sugarcane. *Indian Journal of Agronomy* 15(1): 88. 1970.
- <sup>4</sup>BHADARIA, V.S. y B.K. MATHUR. Problem of green manuring sugarcane intercropping is solution. *Indian Sugar* 23(4): 351-358. 1973.
- <sup>5</sup>FLORES AUDEDA, C.A. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 116 p.
- <sup>6</sup>GONZALES MOROTO, C. Análisis agroeconómico del frijol asociado con caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1975, 64 p.

- <sup>7</sup>HIEBSH, C. *Comparing intercrops with monocultures. In North Carolina State University. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual report for 1976-1977. Raleigh N.C. 1978. pp. 183-200.*
- <sup>8</sup>LEDESMA, F.I. y E.S. VILLARICO. *Intercropping sugarcane with mungbean, soybean, rice and corn. Philippines. Victorias Agricultural Research. Report No. 14 s.f. 35 p.*
- <sup>9</sup>SORIA, J. et al. *Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba (Costa Rica) 25 (3): 283-293. 1975.*
- <sup>10</sup>SRIVASTAVA, S.C. y PANDIT, S.N. *Relative role of sunnhemp tops in contributing to the green-manuring benefits to sugarcane. Indian Journal Agricultural Science 38:338-342. 1968.*
- <sup>11</sup>SUN, V.G. y SZE, W.B. *The effect of interplanting various crops upon the Experiment Station. Report No. 7, 1951. 123 p.*