

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.)^{*}

Samir Ivan Maldonado Muñoz^{**}

Edgar A. Martínez Tambito^{***}

1. INTRODUCCION

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

El potencial de los cultivos asociados ha sido objeto de minuciosos estudios, considerándose como una alternativa entre 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 ingreso extra para el agricultor.

* Resumen del trabajo presentado, previo a optar al grado de Licenciado en ciencias agrícolas. Facultad de Agronomía, USAC.

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

*** Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Docente - Investigador de la Facultad de Agronomía, USAC, Asesor.

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.

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 asociados con caña de azúcar como una alternativa económica en términos de ingreso neto para el mediano y pequeño cañicultor de Guatemala.

2. 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 $14^{\circ} 39'$ Latitud Norte y $91^{\circ} 22'$ Longitud Este y una altitud de 325.m.s.n.m.

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 Cutzán, clasificado según la taxonomía de suelos de los Estados Unidos, como Lythic Ustropepts del orden Inceptisol (5).

Los tratamientos consistieron en nueve sistemas de cultivos, los cuales se dispusieron en un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones (Cuadro 1).

* Estación meteorológica El Carmen, Santa Bárbara, Suchitepéquez.

Cuadro 1: Sistemas de cultivos evaluados.

Tratamiento	Sistema de cultivo
1	Caña de azúcar asociada con frijol suchitán.
2	Caña de azúcar asociada con frijol tamazulapa.
3	Frijol suchitán en monocultivo.
4	Caña de azúcar asociada con caupi black-eye.
5	Caña de azúcar asociada con caupi pink-eye.
6	Caupi black-eye en monocultivo.
7	Caña de azúcar asociada con soya júpiter.
8	Soya júpiter en monocultivo.
9	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.

Las distancias de siembra en los cultivos anuales fueron los siguientes: (Fig. 1).

- a) Caupi: Las distancias dentro de surcos triples fue de 0.5 m., y entre surcos triples 0.8 m., colocando dos semillas 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.
- b) Frijol: Las distancias dentro de surcos dobles fue de 0.5 m., y entre surcos dobles fue de 1.3 m., colocando dos semillas por postura, espaciados 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.
- c) Soya: Las distancias 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 ésta y la soya fue de 0.6 m.

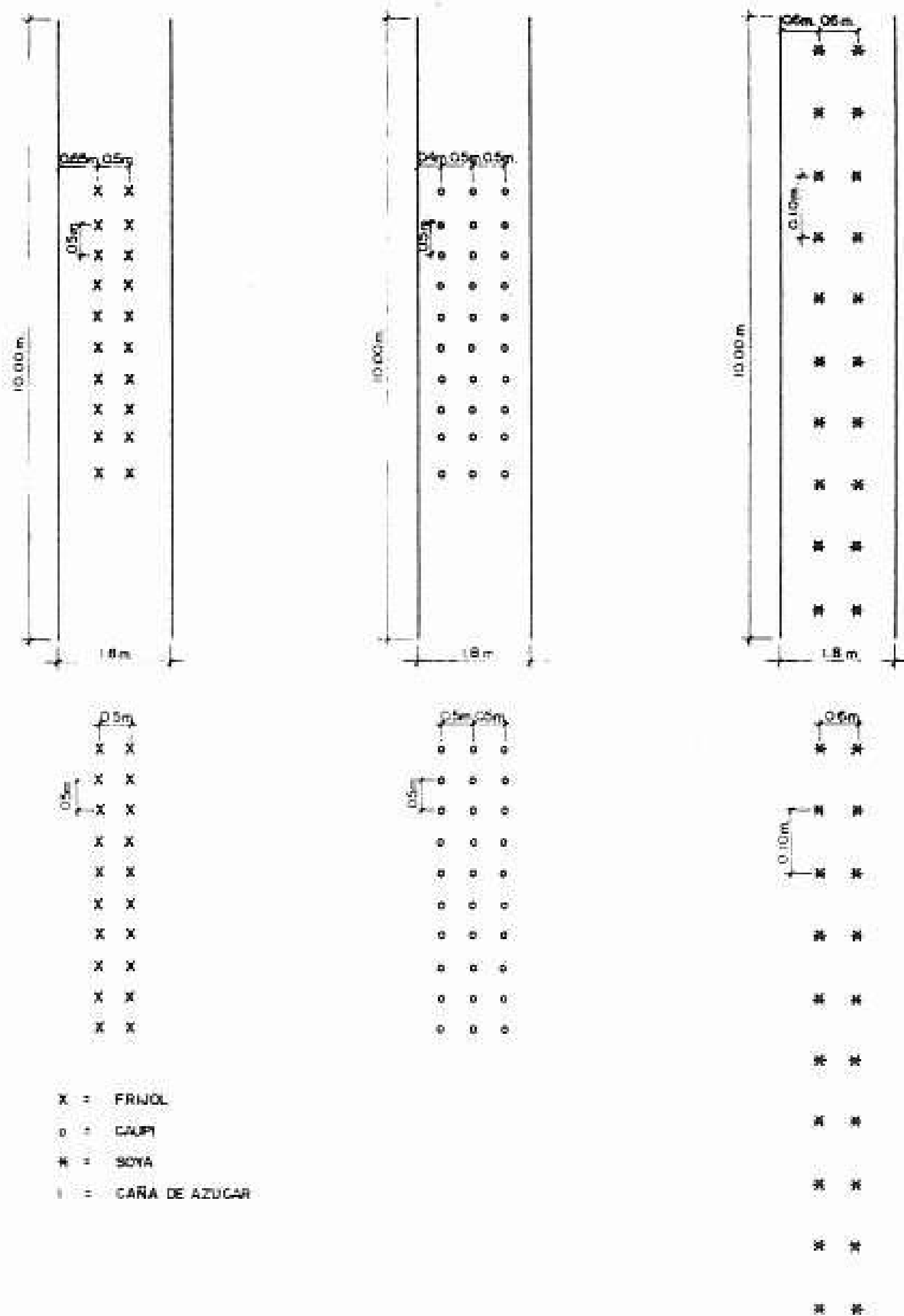


FIG. 1: Arreglos espaciales de los diferentes sistemas de cultivos. En el caso de caña de azúcar en monocultivo se elimina el cultivo anual.

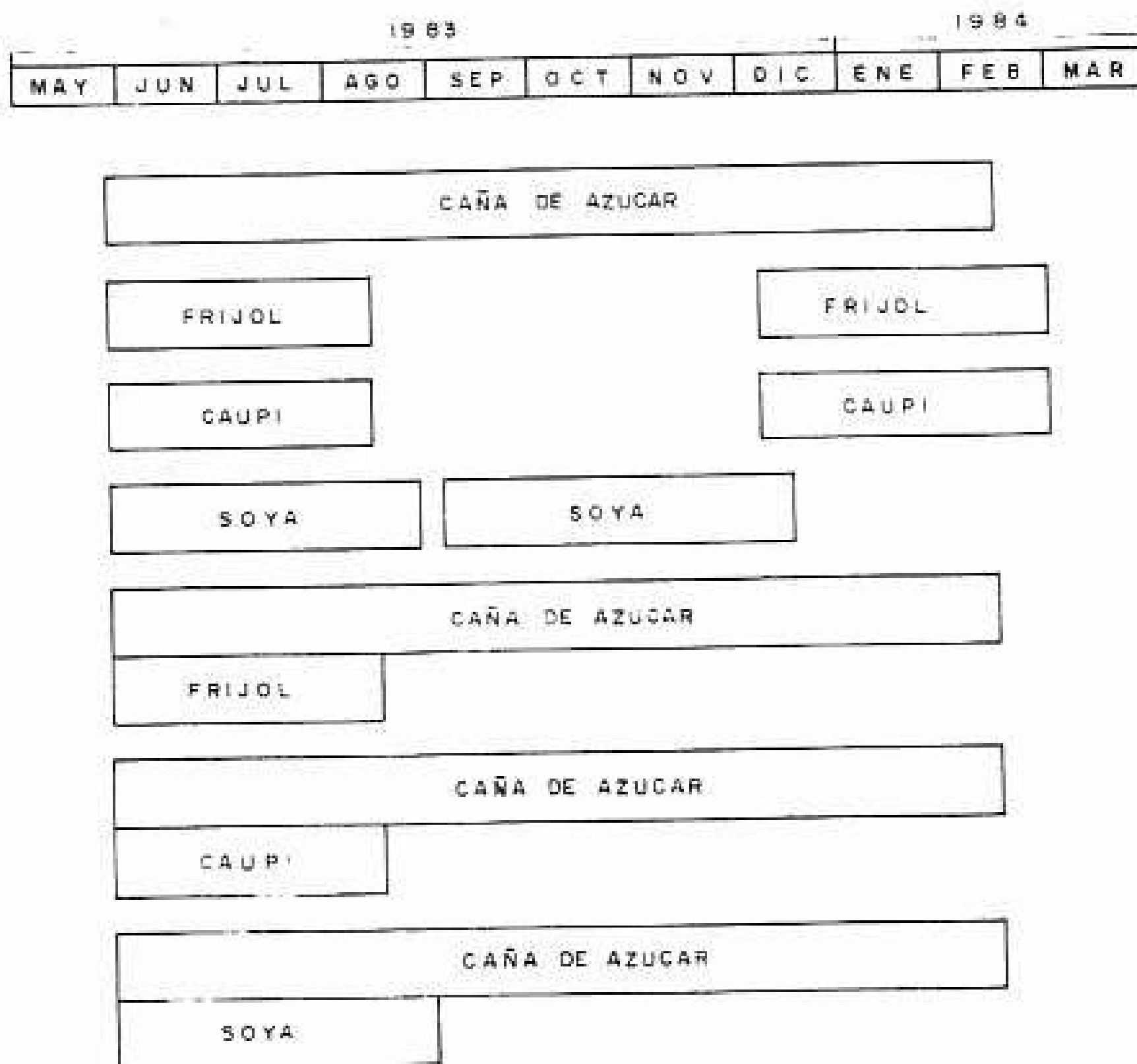


FIG. 2: Arreglos cronológicos de los diferentes sistemas de cultivos.

Los niveles de fertilización aplicados a todos los tratamientos fueron 100 - 80 - 100 kg de N, P₂O₅ y K₂O/ha respectivamente, aplicando 1/3 del N y todo el P₂O₅ y K₂O a los 8 días después de 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 m² y de la parcela útil de 33.6 m², tanto para la caña de azúcar como para los cultivos anuales.

El rendimiento de la caña, 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.

3. RESULTADOS Y DISCUSION:

3.1 Rendimiento de los cultivos

3.1.1 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 ton/ha.

El rendimiento de los sistemas asociados de caña con frijol tamazulapa, caupi pink-eye y frijol suchitán, superaron en 12, 9 y 6 por ciento respectivamente, al rendimiento del sistema caña de azúcar en monocultivo.

Cuadro 2 Rendimiento (ton/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 (ton/ha)	Azúcar (Lbs/ton)
		1/	1/
1.	Caña de azúcar con frijol suchitán	62 a	213 a
2.	Caña de azúcar con frijol tamazulapa	66 a	207 a
3.	Caña de azúcar con caupi black-eye	50 a	212 a
4.	Caña de azúcar con caupi pink-eye	64 a	217 a
5.	Caña de azúcar con soya júpiter	42 b	155 a
6.	Caña de azúcar en monocultivo	59 a	212 a

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

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 del suelo, 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 éstas últimas se incorporan, aportan nitrógeno y fósforo orgánico al suelo (1, 10).

Es importante señalar que el menor rendimiento de caña se obtuvo cuando ésta se asoció con soya, produciendo 42 ton/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 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
1. Caña de azúcar con frijol suchitán	2.20	1.39	10
2. Caña de azúcar con frijol tamazulapa			12
3. Frijol suchitán en monocultivo			10
4. Caña de azúcar con caupi black-eye	1.65	1.05	23
5. Caña de azúcar con caupi pink-eye			24
6. Caupi black-eye en monocultivo			17
7. Caña de azúcar con soya júpiter	1.57	1.00	28
8. Soya júpiter en monocultivo			14

En cuanto a la variable rendimiento de azúcar, el valor más alto se obtuvo cuando la caña se asoció con caupi pink-eye, el cual fue de 217 lbs de azúcar/ton. de caña, superando ligeramente al tratamiento caña en monocultivo, el cual rindió 212 lbs de azúcar/ton. de caña. Como en el caso anterior, el menor rendimiento se obtuvo en caña asociada con soya; es decir que la competencia del cultivo anual afectó tanto el rendimiento en peso, como también la calidad del jugo de la caña (Cuadro 2).

3.1.2 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 kg/ha	Monocultivo Asociado kg/ha	
1. Frijol suchitán	417 b	477 b
2. Frijol tamazulapa	—	454 b
3. Caupi black-eye	1502 a	1196 a
4. Caupi pink-eye	—	870 b
5. Soya Júpiter	1148 a	989 a

1/ Letras distintas dentro de hileras indican diferencias significativas al 50/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 4 meses, cayeron 1862 mm de precipitación pluvial, representando este valor el 47 por ciento de la lluvia caída durante 1983; esto favoreció la proliferación de enfermedades fungosas, principalmente mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), la cual incidió principalmente en el rendimiento de grano de frijol y caupi.

3.2 Uso equivalente de Tierra (UET) e índice de Relación Equivalente de Área - 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.

3.3 Indicadores Económicos

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 afectó el rendimiento. El valor más alto de IN e IFE, se obtuvo en el tratamiento de caupi black-eye en monocultivo con Q779 y Q1234/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.

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

4. CONCLUSIONES

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

- a) Dentro de los elementos del clima, la precipitación fue determinante en la obtención de altos rendimientos en frijol suchitán y en frijol tamazulapa.
- b) La práctica de asociar caña de azúcar con frijoles comunes resulta benéfico para la caña, aumentando su rendimiento en peso por unidad de área y en azúcar por tonelada de caña cosechada.
- c) Los cultivos asociados con caña de azúcar fueron más eficientes en el uso de la tierra que los monocultivos.
- d) 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.

5. BIBLIOGRAFIA

1. ABOOLA, A. A. y FAYEMI, A. A. Preliminary trials on the intercropping of maize with different tropical legumes in western Nigeria. *Journal of Agricultural Science* 77(2):219-225. 1971.
2. AVILA, M. La evaluación económica de la producción animal, conceptos y algunas aplicaciones. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 26 p.
3. BAINS, S. A. DAYANAND y SINGH, K. N. A note on relative performance of different intercrops in sugarcane. *Indian Journal of Agronomy* 15(1):88. 1970.
4. BHADAURIA, V. S. y MATHUR, B. K. Problem of green manufacturing sugarcane intercropping is solution. *Indian Sugar* 23(4):351-358. 1973.

5. FLORES AUCEDA, C. A. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 116 p.
6. 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.
7. 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.
8. LEDESMA, F. I. y VILLARICO, E. S. Intercropping sugarcane with mungbean, soybean, rice and corn. Philippines. Victorias Agricultural Research. Report No. 14 s.f. 35 p.
9. SORIA, J. et al. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba (Costa Rica) 25(3): 283-293. 1975.
10. SRIVASTAVA, S. A. 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.
11. SUN, V. G. y SZE, W. B. The effect of interplanting various crops upon the growth and yield of thea early planting sugarcane. Taiwan Sugar Experiment Station. Report No. 7 1951. 123 p.