



## EVALUACIÓN DEL SISTEMA ASOCIO Y/O ROTACIÓN DEL MAÍZ Y CANAVALIA EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA. PANAMÁ, 1993-1994.

Román Gordón M.<sup>1</sup>; Jorge Franco<sup>2</sup>; Nivaldo de Gracia<sup>3</sup>;  
Adys P. de Herrera<sup>4</sup>; Andrés González<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se realizó un experimento durante dos años consecutivos, en dos localidades de Panamá. En los mismos se evaluaron diferentes arreglos y rotaciones del maíz (*Zea mays* L.) y la canavalia (*Canavalia ensiformis* Jacq.). El objetivo fue cuantificar y caracterizar las diferencias en producción de un sistema en asocio y en monocultivo, además, determinar el efecto residual de la siembra de la canavalia en el rendimiento de maíz de segunda coa. La canavalia se sembró en medio de los surcos de maíz en surcos continuos (SC) y surcos alternos (SA) de manera simultánea a la siembra del maíz. La población teórica de canavalia fue de 2.2 y 4.4 plantas/m<sup>2</sup>, para las siembras en SA y SC, respectivamente. El maíz fue sembrado a 90 cm entre plantas y 50 cm entre golpes, para obtener una densidad promedio de 4.4 plantas/m<sup>2</sup>. La siembra de la primera época fue abonada con 136 kg de 15-30-8/ha más 136 kg de urea/ha. En las siguientes siembras todos los tratamientos recibieron abono completo al momento de la siembra, con excepción del testigo del agricultor que recibió la segunda aplicación de urea. Los resultados obtenidos indican que el rendimiento de grano no es afectado por la asociación de la canavalia. La producción de materia seca de la canavalia fue mayor en las parcelas de monocultivo en la primera coa, seguidos por las parcelas en surcos continuos y surcos alternos. Se observó un efecto residual positivo al dejar los residuos de canavalia de una época de siembra a la otra.

1 Ing. Agr., M.Sc. Entomología. Investigador. IDIAP. CIAAzuero.

2 Agr., Asistente de Investigación. IDIAP. CIAAzuero.

3 Ing. Agr. Investigador. IDIAP. CIAAzuero.

4 M.Sc. Economía. Investigadora. IDIAP. CIAAzuero.



## EVALUATION SYSTEMS OF ASSOCIATION AND CROP ROTATION OF CORN AND CANAVALLIA IN TWO HARVEST TIMES. PANAMÁ, 1993-94.

During two consecutive years, in an experiment in two Panama localities, was evaluated different arrangements and rotations corn and canavalia. The objective was to quantify and characterize the differences in production of association and no association system, also determine residual effect of the sowing of the canavalia in the corn yield of second planting date. The canavalia was planting in the middle of the corn lines in continuous rows (CR) and alternate rows (AR) of simultaneous way to the sowing of the corn. The theoretical population for canavalia was of 2.2 and 4.4 plants/m<sup>2</sup>, for planting in AR and CR, respectively. The corn was cultivated field to 90 cm between rows and 50 cm between blows, to obtain an average density from 4.4 plants/m<sup>2</sup>. The sowing of the first planting dates was fertilized with 136 kg/ha of 15-30-8 plus 136 kg of urea/ha. In the following sows all the treatments received complete fertilization to the moment of the sowing, except of the farmer treatment that received the second application of urea. The experimental results indicated that the association of the canavalia does not affect the grain yield. The dry matter production of the canavalia was greater in the plots of monocultivation in the first planting date, followed by the plots in continuous rows and alternate rows. It was observed a positive residual effect to let the residues of canavalia of one harvest time to another.

### INTRODUCCIÓN

El uso de leguminosas como abono verde es una práctica que se utiliza desde hace muchos años. Algunos investigadores han indicado sobre los beneficios de incorporar leguminosas de cobertura con el fin de aportar nitrógeno al sistema mediante la fijación biológica (Wade y Sánchez, 1983; Yost y col., 1985; Barreto y col., 1992).

Bouldin y col. (1989) encontraron que se pueden sustituir hasta 170 kg N/ha, utilizando leguminosas de cobertura. El uso de la *Canavalia ensiformis* (canavalia) y *Mucuna deeringianum*

(mucuna) como abono verde fue estudiado por Barreto y col. (1992), quienes reportaron que el factor que permitió relacionar la respuesta a N bajo sistemas de abono verde, fue la cantidad de N almacenado en la biomasa superficial de cada una de las leguminosas estudiadas.

Durante 1992 se realizó un experimento para evaluar las leguminosas mucuna y canavalia, sobresaliendo esta última. El rendimiento de maíz en las parcelas en rotación con canavalia superó



a las parcelas sin leguminosas en 1.85 t/ha. El análisis económico determinó que la dosis óptima de N con este sistema fue de 54 kg/ha, mientras que en las parcelas que no tenían leguminosas en relevo, el óptimo fue de 139 kg/ha, produciendo un ahorro de 85 kg de N/ha (Gordón y col., 1993a).

Desde 1989, el Programa Regional de Maíz (PRM) ha realizado experimentos regionales para evaluar el asocio, relevo y rotación de leguminosas de cobertura dentro de los sistemas de maíz. Hubo una tendencia marcada de las leguminosas de reducir el rendimiento de maíz en comparación con el monocultivo, cuando la siembra de éstas se hizo en forma simultánea al cultivo y en surcos continuos (Barreto y col., 1992; Zea, 1990; Zea y col. 1992a; 1992b).

Gordón y col. (1993b) encontraron que el asocio simultáneo en surcos alternos de canavalia con maíz es una alternativa para estos sistemas, debido a la poca reducción del rendimiento de maíz en comparación con siembras en monocultivo (menos de 200 kg/ha).

El sistema de siembra del maíz característico de la región de Azuero es el monocultivo; luego se someten los residuos de la cosecha al pastoreo del ganado durante la época seca (enero a mayo). Herrera y col. (1993) indican que

el rastrojo de maíz asociado con canavalia mejoró el consumo de forraje y las ganancias de peso de los animales, en comparación con los animales que consumieron el forraje de maíz sólo.

Hasta el presente, la siembra de leguminosas se ha utilizado en parcelas puras como banco de proteína. Debido a la baja calidad del forraje de maíz en la época seca, la práctica de siembras intercaladas con leguminosas puede ser una buena alternativa para esta región.

Este trabajo presentó los siguientes objetivos: 1) Cuantificar y caracterizar las diferencias en producción de un sistema intercalado en comparación con un sistema en monocultivo; 2) Determinar el efecto residual de la canavalia en la siembra de maíz de segunda coa y 3) Evaluar el efecto de dos arreglos de canavalia (surcos continuos y surcos alternos) sobre el rendimiento del maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ocho ensayos en los dos años que duró el experimento (en ambos años se sembraron dos ensayos por cada época de siembra). Los experimentos fueron instalados en Nalú y La Madera, áreas de influencia del Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los



Granos Básicos (PRIAG) en Panamá. Los ensayos de primera coa fueron establecidos en la segunda quincena de mayo y cosechados en la primera semana de septiembre y los de segunda coa, en la última semana de septiembre y cosechados al final de enero del siguiente año (1994).

Se usó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de una parcela de seis surcos de maíz de 5.5 m de largo, separados a 90 cm entre sí y dos plantas por golpes a 50 cm con una densidad teórica de 4.4 plantas/m<sup>2</sup>. En total se estudiaron ocho tratamientos, en donde se evaluaron diferentes combinaciones de rotación y asocio de maíz más canavalia, además de parcelas en monocultivo (Cuadro 1).

La canavalia se sembró de manera simultánea en medio de los surcos de maíz en surcos alternos (SA) y surcos continuos (SC). La población teórica de canavalia fue 2.2 y 4.4 plantas/m<sup>2</sup>, para las siembras en SA y SC, respectivamente. Esto se consiguió sembrando la canavalia a dos plantas por golpe separados a 50 cm entre sí.

Los tratamientos de la primera coa fueron cosechados al final del período, sacándose todo el grano y la tuza de la parcela. Luego se procedió a cortar tanto las plantas de maíz como las de canavalia (según cada tratamiento) y se dejó la biomasa de ambas especies sobre la superficie del suelo. Dos semanas después de la cosecha, se sembraron los tratamientos de la segunda coa. Se trató de que los golpes de maíz de la segunda

**CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ENSAYO DE ASOCIO/ROTACIÓN DE MAÍZ/CANAVALIA, PANAMÁ, 1993-94.**

TRAT.	1993		1994	
	I° COA	II° COA	I° COA	II° COA
1	SA	SA	SA	Mono
2	SA	SC	SA	Mono
3	SC	SA	SC	Mono
4	SC	SC	SC	Mono
5	SA	Mono	SA	Mono
6	SC	Mono	SC	Mono
7	Can	Mono	Can	Mono
8	Mono	Mono	Mono	Mono

SA = Surcos alternos    SC = Surcos continuos    Can = Canavalia en monocultivo  
 Mono = Maíz en monocultivo



siembra, coincidieran con los de la primera época. Todos los tratamientos en primera coa recibieron 136 kg/ha de la fórmula 15-30-8 al momento de la siembra más 136 kg/ha de N en forma de urea a los 30 a 35 días después de la siembra (dds). Los tratamientos de segunda coa (residuales), sólo recibieron 136 kg/ha de 15-30-8 al momento de la siembra, con excepción del T8 que recibió una segunda aplicación de 136 kg/ha de N en forma de urea.

Para ambas épocas, se utilizó la variedad de maíz Guararé 8128, tratada con el insecticida furatiocarb a razón de 8 g i.a./kg de semilla. El sistema de siembra fue labranza de conservación en todas las épocas. Se tomó una muestra de suelo (20 cm de profundidad) antes de la siembra de cada ensayo (Cuadro 2).

Se determinó el rendimiento de maíz y sus componentes (plantas y mazorcas cosechadas, peso de mazorcas, mazorcas/planta, índice de cosecha y biomasa total producida) en los cuatro surcos centrales de cada parcela. La biomasa seca del maíz presentó 15% de humedad para el cálculo de peso seco y la biomasa equivalente por unidad de área. El índice de cosecha

se calculó como la fracción del grano en la biomasa total, después de descontar la tuza y estandarizar a 0% de humedad. Se midió además el rendimiento de canavalia (peso húmedo) y el número de plantas cosechadas por parcela en los dos surcos centrales (siembras en SC) y en el surco central (siembras en SA). A la cosecha del maíz se tomó una muestra de canavalia, para determinar el porcentaje de humedad al momento del corte y su contenido de nitrógeno.

Se realizó un análisis de varianza por localidad y uno combinado, luego de aplicar un análisis de homogeneidad de varianzas a las variables de rendimiento de grano en cada periodo (coa). Para separar las medias, se utilizó el método de diferencias pareadas o contrastes no ortogonales entre tratamientos. Se correlacionó entre todas las variables de respuesta en cada localidad por época de siembra. Se tomaron datos de precipitación en cada localidad (Cuadro 3). Se efectuó un análisis económico de presupuesto parcial para medir a corto plazo los beneficios y costos asociados a la incorporación de la canavalia en el sistema de producción del maíz, considerando solamente los efectos sobre el rendimiento de maíz (CIMMYT, 1988).



**CUADRO 2. ANÁLISIS DE LOS SUELOS DONDE SE LLEVARON A CABO LOS EXPERIMENTOS, PANAMÁ 1993-94.**

LOC	pH	P		K	Ca	Mg		Al	MO	Fe		Zn	A-L-Ar %
		µg/ml	µg/ml			meq/100 ml	meq/100 ml			µg/ml	µg/ml		
Nalú(1)	5.0	1.6	117.5	8.2	20.8	0.3	3.50	4.0	0.9	34-20-46			
Nalú(2)	5.2	1.5	106.0	0.1	1.75	0.2	3.75	1.6	0.3	32-20-48			
Nalú(3)	5.7	2.2	86.0	0.6	1.7	0.2	3.90	4.2	0.2	32-18-50			
Madera(1)	6.2	9.1	180.3	0.4	0.8	tr	4.37	8.1	2.6	42-30-28			
Madera(2)	5.6	2.1	168.5	0.8	2.4	0.1	4.96	1.8	0.9	44-24-32			
Madera(3)	6.0	1.8	251.0	0.7	2.1	0.1	4.70	2.7	1.0	44-24-32			

**CUADRO 3. PRECIPITACIÓN PLUVIAL (MM) REGISTRADA EN NALÚ Y LA MADERA DURANTE LOS AÑOS 1993-94.**

LOC	DIAS	Jun.	Jul.	Ago	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nalú (93)	1-15	0.0 (0)	71.4 (7)	60.1 (3)	39.0 (6)	75.0 (3)	177.2 (6)	8.8 (3)
	16-31	18.8 (3)	58.8 (6)	63.6 (3)	76.3 (5)	13.8 (2)	82.6 (6)	5.0 (2)
Nalú (94)	1-15	49.5 (4)	53.3 (4)	52.1 (5)	44.4 (5)	91.4 (11)	203.2 (12)	26.7 (3)
	16-31	63.4 (7)	33.0 (4)	44.4 (6)	147.3 (13)	84.6 (9)	59.0 (5)	0.0 (0)
Madera (93)	1-15	62.5 (4)	17.5 (2)	68.8 (4)	105.2 (6)	36.8 (4)	46.3 (4)	63.9 (6)
	16-31	85.2 (6)	18.9 (3)	102.7 (8)	117.7 (6)	87.8 (7)	152.7 (8)	16.3 (1)
Madera (94)	1-15	72.4 (7)	55.9 (4)	130.8 (7)	80.0 (6)	219.7 (12)	128.3 (6)	0.0 (0)
	16-31	15.2 (2)	26.7 (6)	20.3 (6)	193.1 (9)	53.4 (8)	8.9 (2)	2.5 (1)

1 ( ) Número de días con lluvia.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de rendimiento de las localidades de Nalú y La Madera muestran que en ambos años, el rendimiento de grano fue mayor en primera coa (3.95 vs 3.29 y 2.99 vs 1.78 t/ha) (Cuadro 4). Este resultado puede explicarse por la interacción entre la distribución de lluvias que se presentó en ambas localidades y el ciclo de la variedad utilizada en este experimento (ciclo de vida de 110 días a madurez fisiológica).

Con la siembra en primera coa, el maíz completó de manera normal su ciclo con la precipitación registrada de mayo a agosto. En las siembras de segunda coa, en la fase que va de emergencia hasta floración (20 de septiembre al 15 de noviembre) todos los ensayos recibieron una precipitación mayor de 290 mm. Para esta misma siembra, la fase de llenado de grano hasta madurez fisiológica (15 de noviembre a enero) recibió menos de 100 mm de lluvia en tres de los experimentos (Nalú '93 y '94, La Madera '94), lo que incidió directamente en la reducción del rendimiento obtenido. Este efecto en el rendimiento de segunda coa, se observó con mayor incidencia en 1994 (reducción de 1.54 t/ha), ya que las lluvias fueron más erráticas a partir de la segunda quincena del mes de noviembre (cinco y dos días con precipitación para Nalú y La Madera,

respectivamente) y en diciembre prácticamente fueron nulas (26.7 y 2.50 mm para Nalú y La Madera, respectivamente) (Cuadro 3).

Para el análisis del efecto de los tratamientos, se tomó en cuenta los resultados del análisis combinado de las localidades de Nalú y La Madera. En el Cuadro 5 se observa el análisis de varianza combinado para el rendimiento de las dos coas en ambos años.

### *Efecto del Asocio Simultáneo*

Los resultados obtenidos en los ensayos de primera coa indican que el rendimiento de grano no es afectado por la asociación de la canavalia, ya que, el rendimiento en las parcelas con SA (T1 + T2 + T5) y SC (T3 + T4 + T6), tuvieron una producción promedio de 4.13 y 3.82 t/ha en 1993 y de 3.05 y 2.83 t/ha en 1994, respectivamente; mientras que la parcela en monocultivo tuvo un rendimiento de 3.84 y 3.29 t/ha (Cuadro 6). El análisis de contrastes no ortogonales no mostró diferencias significativas entre las parcelas asociadas y las parcelas no asociadas (Cuadro 5).

En el ensayo de segunda coa de 1993, se observó un mayor rendimiento en las parcelas en monocultivo que provenían de la rotación con canavalia



**CUADRO 4. RENDIMIENTO DE GRANO, MAZORCAS/m<sup>2</sup> Y PESO DE MAZORCA DE LOS ENSAYOS COMBINADOS DE NALÚ Y LA MADERA. PANAMÁ, 1993-94.**

TRAT.	REND. GRANO (t/ha)				MAZORCAS/m <sup>2</sup>				PESO MAZORCA (g)			
	I '93	II '93	I '94	II '94	I '93	II '93	I '94	II '94	I '93	II '93	I '94	II '94
1.SA/SA	3.99	3.16	3.13	1.59	3.77	3.86	3.66	3.07	104.6	81.9	85.4	51.7
2.SA/SC	4.16	2.80	3.16	1.63	3.90	3.85	3.70	3.20	104.6	73.0	85.4	50.9
3.SC/SA	3.74	3.10	2.70	1.54	3.75	3.96	3.66	3.22	99.1	77.8	73.8	47.7
4.SC/SC	3.62	3.12	2.91	1.95	3.66	3.75	3.67	3.43	99.0	82.8	43.6	57.0
5.SA/M	4.22	3.38	2.86	1.68	3.54	4.02	3.64	3.21	109.4	83.6	43.0	52.3
6.SC/M	4.09	3.51	2.86	1.96	3.89	4.00	3.64	3.45	103.5	87.6	78.5	56.8
7.C/M	0.00	3.73	0.00	2.21	0.00	3.92	0.00	3.35	0.0	95.2	0.0	66.0
8.M/M	3.84	3.50	3.29	1.66	3.73	3.92	3.74	3.29	100.5	89.0	88.1	50.6
<b>PROM.</b>	3.95	3.29	2.99	1.78	3.75	3.91	3.67	3.28	102.9	83.9	71.1	54.1

SA= surcos alternos; SC= surcos continuos; M=monocultivo



**CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS PARA LAS VARIABLES RENDIMIENTO DE GRANO DEL COMBINADO NALÚ Y LA MADERA, PANAMÁ 1993-94.**

FUENTE	g.l	CUADRADOS MEDIOS			
		I '93	II '93	I '94	II '94
Loc.	1	29.30**	0.876 <sup>n.s</sup>	0.496 <sup>n.s</sup>	0.971**
Rep (L)	4	1.453	1.010	2.195	0.891
Trat	7	0.709**	0.27**	6.916**	0.335*
LxTrat	7	11.97**	0.52 <sup>n.s</sup>	0.09 <sup>n.s</sup>	0.07 <sup>n.s</sup>
Error	28	0.231	0.161	0.268	0.137
C.V.		13.90	12.2	19.80	20.80

**CUADRO 6. RENDIMIENTO DE GRANO DE LAS PARCELAS SEGÚN EL TIPO DE ASOCIO EN EL COMBINADO NALÚ Y LA MADERA, EN LAS DOS COAS, PANAMÁ, 1993-94.**

SISTEMA	RENDIMIENTO (t/ha)		
	TRAT.	I '93	I'94
Sistema Alterno	1, 2 y 5	4.13	3.05
Sistema Continuo	3, 4 y 6	3.82	2.82
Maiz (mono)	8	3.84	3.29
<b>II '93</b>			
Sistema Alterno	1 y 3	3.13	
Sistema Continuo	2 y 4	2.96	
Maiz (mono)	5 y 6	3.44	



en la primera coa (T5 + T6) con 3.44 t/ha, en comparación con las parcelas de SC (T1 + T3) y SA (T2 + T4) con 3.13 y 2.96 t/ha, respectivamente. Estas diferencias fueron de aproximadamente 310 y 480 kg/ha, las mismas fueron significativas al 10 y 5%, respectivamente.

También se encontró que las dos siembras del año 1993 y la primera de 1994, las parcelas con SA superaron en 310, 170 y 220 kg/ha a las parcelas en SC. De los componentes del rendimiento, el peso de las mazorcas es el que explica mejor las diferencias, ya que presentaron diferencias al 5% de probabilidad (Cuadro 7). Ambos tipos de asocio no reducen la población de plantas ni el número de mazorcas cosechadas. Resultados similares obtuvieron Gordón y col. (1993b).

### **Producción de Materia Seca de la Canavalia**

En el Cuadro 8 se muestran las medias de rendimiento de canavalia y sus componentes asociados, para las tres primeras épocas de siembra. La media del rendimiento de materia seca en las parcelas en monocultivo de la canavalia (T7) en la primera coa fue de 15.59 y 5.76 t/ha (1993 y 1994), y ésta superó signifi-

cativamente ( $P < 0.01$ ) a la producción en las parcelas de SA (T1 + T2 + T5) y SC (T3 + T4 + T6). A pesar de que el número de plantas de la leguminosa fue el doble en las parcelas de SC, la diferencia en rendimiento de materia seca entre ésta y las parcelas SA fue menor de la mitad; lo que indica, que el rendimiento en las parcelas SA es mayor por unidad de área. Esta mayor producción por área pudo deberse a la menor competencia y mayor espacio libre en los surcos sin canavalia que tiene el sistema en SA.

El análisis químico de las muestras de canavalia en laboratorio indicó que el contenido promedio de N fue de 3.2 %. De acuerdo a este análisis, las cantidades de N aportados por la biomasa de la canavalia al sistema para la siembra de primera coa (1993) fueron de 399, 123 y 185 kg N/ha, para las parcelas de canavalia, SA y SC, respectivamente (Cuadro 8).

En la segunda coa (1993) la producción de biomasa de la canavalia fue menor. En las parcelas con SA el rendimiento fue de 2.55 t/ha, mientras que, en las parcelas SC fue de 3.57 t/ha. Esta producción de biomasa implica que el sistema de asocio dejó disponible para el siguiente ciclo de cultivo (mayo 1994) 82 y 155 kg de N/ha, para los sistemas SA y SC, respectivamente; o en su



**CUADRO 7. CUADRADOS MEDIOS PARA LA VARIABLE PESO DE MAZORCA DE COMBINADO NALÚ Y LA MADERA, PANAMÁ 1993-94.**

FUENTE	g.l.	CUADRADOS MEDIOS			
		I '93	II '93	I '94	II '94
Loc.	1	12284	100	1778	3175
Rep (L)	4	190	373	889	949
Trat	7	37	98	150*	200*
LxTrat	7	83	281	72	41
Error	28	114	76	128	94
C.V.		10.4	10.4	14.8	17.4

\* Se refiere a diferencias significativas al 1% de probabilidad.

**CUADRO 8. RENDIMIENTO DE CANAVALIA (t/ha) Y POBLACIÓN DE PLANTAS, EN LOS TRATAMIENTOS SEGÚN SISTEMA DE ASOCIO EN EL COMBINADO NALÚ Y LA MADERA, PANAMÁ 1993-94.**

SISTEMA	TRAT.	PRIMERA COA 1993			PRIMERA COA 1994		
		Rend.	Pt/m <sup>2</sup>	kg N/ha (1)	Rend.	Pt/m <sup>2</sup>	kg N/ha (1)
SA	1, 2 y 5	4.81	1.46	123	1.37	1.80	35
SC	3, 4 y 6	7.22	3.13	185	2.35	3.20	60
CM	7	15.59	3.77	399	5.76	3.15	147
SEGUNDA COA 1993							
SA	1 y 3	2.55	2.27	66			
SC	2 y 4	3.57	2.84	124			

(1) Rendimiento de nitrógeno ajustado al 80% (factor de corrección)



defecto, materia seca disponible para la alimentación del ganado en la época seca.

Sosa y col. (1993) encontraron una fuerte relación negativa entre el efecto del mantillo y las aplicaciones de N, en las siembras bajo labranza de conservación, utilizando como mantillo el rastrojo de maíz.

La práctica de dejar los residuos de la cosecha del maíz para la segunda siembra representa un potencial de inmovilizar parte del N disponible para la planta. Dicha limitante para la planta de maíz en la segunda coa, puede reducirse en los sistemas en que el aporte de N de la leguminosa es alto, de tal manera, que el N que necesitan las bacterias que realizan la descomposición del tallo y hojas del maíz son suplidos por la leguminosa.

### ***Efecto Residual de la Rotación de Canavalia y Maíz***

De acuerdo a los resultados obtenidos, se encontró que hubo una respuesta positiva a la rotación de la canavalia y el maíz. El análisis de correlación mostró que hubo una relación positiva de 43 y 45% entre las variables rendimiento de canavalia en primera coa y la producción de grano y peso de las

mazorcas en la segunda coa, respectivamente. Este efecto se observó en el rendimiento obtenido en la segunda época, en aquellas parcelas que en la primera coa se sembraron con canavalia, ya sea, en monocultivo (T7), SA (T1, T2 y T5) y SC (T3, T4 y T6) en comparación con la parcela que en ambos ciclos se sembró de maíz en monocultivo (T8).

El mayor rendimiento en segunda coa se obtuvo en la parcela con rotación de canavalia seguida de maíz (T7), con 3.73 y 2.21 t/ha, para 1993 y 1994, respectivamente (Cuadro 9). Este rendimiento superó al monocultivo (T8) en el primer año en 230 kg/ha y la diferencia aumentó a 550 kg/ha, en el segundo año.

También se observó que los tratamientos sembrados en segunda coa de manera residual en las parcelas con SC (T3 + T4 + T6) superaron a las parcelas que siguieron al SA de primera coa (T1 + T2 + T5). Este aumento fue de 130 kg/ha en 1993 y luego el mismo se elevó a 190 kg/ha para 1994.

En los tratamientos de la primera coa de 1994 que seguían a las parcelas SC2 de 1993 (T2 + T4), cuyo rendimiento fue de 3.04 t/ha, se observó que éstos aumentaron 120 kg/ha con relación a los tratamientos que siguieron a las parcelas en SA2 de 1993 (T1 + T3) con rendimiento de 2.92 t/ha (Cuadro 9).



CUADRO 9. PRODUCCIÓN DE CANAVALIA (t/ha) Y RENDIMIENTO DE MAÍZ (t/ha) EN LA SIEMBRA POSTERIOR AL CRECIMIENTO DE LA LEGUMINOSA EN EL COMBINADO NALU Y LA MADERA, 1993-94.

SISTEMA	TRAT.	CANAVALIA PROD. EN 1° COA'93	MAÍZ PROD. EN 1° COA'93	CANAVALIA PROD. EN 1° COA'93	MAÍZ PROD. EN 1° COA'94	CANAVALIA PROD. EN 1° COA'94	MAÍZ PROD. EN 1° COA'94
SA	1, 2 y 5	4.81	3.11			1.37	1.63
SC	3, 4 y 6	7.22	3.24			2.35	1.82
CM	7	15.59	3.73			5.76	2.21
MM	8	0	3.50			0	1.66
SA2	1 y 3			2.55	2.92		
SC2	2 y 4			3.57	3.04		



Esta mayor respuesta se puede atribuir a que existió la misma relación en la producción de materia seca de la canavalia en la época de siembra que antecedió a los tratamientos analizados o comparados, es decir, que los tratamientos SC2 tuvieron una mayor producción de biomasa de canavalia (3.57) que los Trat SA2 (2.55)(Cuadro 9).

### **Rendimiento Total**

Dentro de las alternativas planteadas en este ensayo se encontraron varios sistemas que tuvieron rendimientos similares o superiores a la práctica del agricultor (T8), luego de los dos años de evaluación (Cuadro 10).

El sistema que mayor producción tuvo fue el que incluyó el asocio SC en la primera época, seguido de la siembra de maíz en monocultivo durante la segunda época (T6). También se observó que si se agrupan los tratamientos que incluyen la canavalia en primera coa y monocultivo en segunda (T5+T6), el rendimiento total de ambos (12.28 t/ha) es similar al testigo (Cuadro 10).

Los sistemas que incluyen el asocio de la canavalia en ambos ciclos (T1+T2+T3+T4), tuvieron rendimientos totales similares al testigo, pero con la ventaja de que éstos produjeron un volumen de materia seca de canavalia

que fue aprovechado por el ganado en la época seca.

El tratamiento que incluye la rotación de la canavalia en primera coa y el maíz en segunda (T7), fue dominado por todos los tratamientos en la producción total de maíz (suma de las cuatro coas de siembras).

La siembra en rotación de maíz y canavalia es una alternativa en aquellas zonas en donde la precipitación pluvial, en la primera época de siembra (mayo-agosto) es muy errática o escasa, de tal modo, que no se puede levantar una buena cosecha de maíz en este período. Además, este sistema permite sembrar más temprano en comparación con los sistemas que involucran dos siembras de maíz, de tal forma, que el cultivo escapa al efecto de escasez de humedad para la fase de llenado de grano, por lo que se esperaría un mayor rendimiento al obtenido experimentalmente.

En relación con el efecto de los sistemas de asocio con canavalia, se observó que en primera coa el sistema con SA (T1+T2+T5) superó al SC (T3+T4+T6) en 0.50 t/ha y fue ligeramente superior al monocultivo (T8). En las siembras de segunda coa, el rendimiento fue similar para ambos sistemas (SA y SC) y el monocultivo superó a ambos en aproximadamente 0.40 t/ha.



**CUADRO 10. RENDIMIENTOS TOTALES EN t/ha OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DURANTE LAS DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA. COMBINADO NALÚ Y LA MADERA, PANAMÁ. 1993-94.**

SISTEMA	TRAT.	REND. TOTAL	REND. Ia COA	REND. Ila COA
SA/SA	1	11.87	7.12	4.75
SA/SC	2	11.75	7.32	4.43
SC/SA	3	11.08	6.44	4.64
SC/SC	4	11.61	6.53	5.08
SA/M	5	12.14	7.08	5.06
SC/M	6	12.42	6.95	5.47
C/M	7	5.94	0.00	5.94
M/M	8	12.29	7.13	5.16
Can/M	5 y 6	12.28	7.02	5.26
Can/Can	1, 2, 3 y 4	11.58	6.85	4.73
SA	1, 2 y 5		7.17	
SC	3, 4 y 6		6.64	
SA	1 y 3			4.70
SC	2 y 4			4.76

**CUADRO 11. COSTOS QUE VARÍAN EN LA INCORPORACIÓN DE LA CANAVALIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ, NALÚ Y LA MADERA, PANAMÁ. 1993-94.**

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	COSTOS
<b>MAÍZ MONOCULTIVO</b>		
Urea	136 kg	39.00
Aplicación de urea	1 jornal <sup>1</sup>	6.00
Total		45.00
<b>SURCOS ALTERNOS</b>		
Semilla Canavalia	34 kg/ha <sup>2</sup>	15.00
Siembra Canavalia	2 jornales	12.00
Cosecha Maíz	1 jornales	6.00
Total		33.00
<b>SURCOS CONTINUOS</b>		
Semilla Canavalia	68 lb/ha	30.00
Siembra Canavalia	4 jornales	24.00
Cosecha Maíz	2 jornales	12.00
<b>TOTAL</b>		<b>66.00</b>

<sup>1</sup>Un Jornal = B/, 6.00

<sup>2</sup>Canavalia = B/, 0.44 /kg



Al comparar el testigo con el promedio de los tratamientos T5 y T6 que son monocultivos en segunda y asociados en primera, se observó que éstos superan a la práctica del agricultor (T8).

Los datos de precipitación sugieren que en primera coa, al no ser una limitante la humedad, las dos especies (maíz y canavalia) no compiten entre sí, de tal modo que el asocio en SA supera ligeramente al testigo y al SC. Por el contrario, al sembrar en la segunda coa, los tratamientos con canavalia son más afectados por el déficit de humedad, ya que todos los sistemas en monocultivo los superan, incluyendo el promedio del T5 y T6.

### Evaluación Económica

Los costos de introducir la leguminosa por ciclo de cultivo tanto en el sistema SA y SC ascendieron a B/. 33.00 y B/. 66.00, respectivamente (Cuadro 11).

La evaluación económica del asocio simultáneo de la canavalia en primera coa, indicó que con las alternativas de SA se obtuvieron rendimientos ligeramente superiores al monocultivo y SC a menores costos variables; lo que implicó mayores beneficios netos (tratamiento no dominado) (Cuadro 12). Por otra parte, en el asocio simultáneo de la canavalia en la segunda coa, se

**CUADRO 12. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL ASOCIO DE LA CANAVALIA EN EL CULTIVO DE MAÍZ. PANAMÁ 1993-94.**

TRATAMIENTOS	REND. AJUST. kg/ha <sup>1</sup>	BENEFICIO BRUTO B./ha <sup>2</sup>	COSTOS VARIAB. B./ha	BENEFICIO NETO B./ha	DOMINANCIAS
<b>PRIMERA COA</b>					
SA (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> y T <sub>5</sub> )	3407	647.33	33.00	614.33	
Maíz (T <sub>8</sub> )	3387	643.53	45.00	598.53	D
SC (T <sub>4</sub> , T <sub>3</sub> y T <sub>6</sub> )	3320	630.80	66.00	564.80	D
<b>SEGUNDA COA</b>					
Maíz (T <sub>5</sub> y T <sub>8</sub> )	3273	621.87	0.00	621.87	
SA (T <sub>1</sub> y T <sub>3</sub> )	2974	565.06	33.00	532.06	D
SC (T <sub>2</sub> y T <sub>4</sub> )	2812	534.28	66.00	468.28	D

1 Rendimiento ajustado al 5%

2 Calculado a un precio de campo de B/. 0.19/kg.



encontró que las alternativas tanto en SA como SC, fueron superadas en beneficios netos, por el maíz en monocultivo (T5 y T6) (alternativas no dominadas) (Cuadro 12).

En la evaluación económica de la producción de maíz en segunda coa, se obtuvo que la parcela en rotación de canavalia seguida de maíz (T7) fue la de los mayores beneficios netos. Este tratamiento superó a las alternativas que tenían la canavalia en primera en SA y SC, así como el sistema de maíz en monocultivo en primera (Cuadro 13).

Se efectuó también un análisis económico conjunto de los dos años, evaluando los beneficios y costos en las cuatro coas. Para esto se agruparon las alternativas que implican dos ciclos de canavalia al año (T1 al T4), un ciclo (T5 y T6), la alternativa de rotación canavalia maíz (T7) y el maíz monocultivo. Al respecto se encontró que la siembra de maíz asociada con un ciclo (T5 y T6), presentó beneficios netos superiores al resto de las alternativas evaluadas, incluyendo las siembras en monocultivo (Cuadro 14).

En general, de la evaluación económica realizada puede señalarse que a corto plazo y considerando solamente los efectos sobre los rendimientos de grano, las alternativas que incluyen la incorpora-

ción de la canavalia (SA o SC en dos coas; SA o SC seguidos del monocultivo), superan en beneficios netos la siembra del maíz sin incorporación de la canavalia en el sistema (maíz en monocultivo).

Como se observa, los indicadores económicos de rentabilidad obtenidos de la evaluación, corresponden únicamente a la medición de los efectos a corto plazo (dos años), de la incorporación de la canavalia sobre el rendimiento de maíz. Una evaluación más completa debe contemplar los beneficios económicos del uso de la canavalia en el ahorro de nitrógeno, en el incremento de la calidad y cantidad de forraje y del mejoramiento del suelo, los cuales no fue posible medir en este ensayo.

## CONCLUSIONES

- La siembra intercalada de canavalia en surcos alternos en el cultivo de maíz comparada con la siembra del maíz en monocultivo, no reduce estadísticamente el rendimiento y presenta mayores beneficios económicos.
- Con relación a la producción de biomasa de Canavalia, la siembra en surcos continuos produce más, pero su rendimiento de materia



**CUADRO 13. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS EFECTOS DE LA ROTACIÓN MAÍZ-CANAVALIA EN LA SEGUNDA COA. PANAMÁ, 1993-94.**

TRATAMIENTOS	REND. AJUST. kg/ha (1)	BENEFICIO BRUTO B./ha (2)	COSTOS VARIABLES B./ha	BENEFICIO NETO B./ha	DOMINANCIAS
SA (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> y T <sub>5</sub> )	2255	428.38	33.00	395.38	
Maíz (T <sub>8</sub> )	2451	465.69	45.00	420.69	
C/M (T <sub>7</sub> )	2822	536.18	54.00	482.18	
SC (T <sub>4</sub> , T <sub>3</sub> y T <sub>6</sub> )	2404	456.67	66.00	390.67	D

1 Rendimiento ajustado al 5%

2 Calculado a un precio de campo de B/. 0.19/kg

**CUADRO 14. EVALUACIÓN ECONÓMICA CONJUNTA (DOS AÑOS) DE LA INCORPORACIÓN DE LA CANAVALIA EN EL MAÍZ.**

SISTEMAS	TRAT.	BENEF. BRUTOS TOTALES	COSTOS VARIAB. TOTALES	BENEF. NETOS TOTALES	DOMINANCIAS
Un ciclo Can	5 y 6	2106.19	92.55	2013.64	
Rotación Can	7	907.39	100.96	806.43	D
Dos ciclos Can	1 al 4	1979.51	142.05	1837.46	D
Monocultivo	8	1932.56	168.26	1764.30	D



seca por unidad de área es menor, en comparación a las siembras en surcos alternos.

- ☉ La siembra de maíz en terrenos que previamente han sido sembrado con Canavalia, ya sea maíz asociado o parcelas en monocultivo de la leguminosa, aumentan los rendimientos de grano de las siembras realizadas en el mismo terreno en la siguiente época de siembra.
- ☉ El sistema de producción maíz asociado con canavalia en primera siembra seguido de maíz en monocultivo en la segunda coa, ofrecen rendimientos de grano y producción de biomasa que garantizan beneficios netos que hacen altamente rentable el sistema de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

BARRETO, H.J.; PÉREZ, C.; FUENTES, M.R.; QUEMÉ, J.L.. 1992. Efecto de dosis de urea-N, insecticida y genotipo en el comportamiento del maíz (*Zea mays* L.) bajo un sistema de labranza mínima en rotación con dos leguminosas de cobertura. *En Síntesis de los Resultados*

Experimentales del PRM, 1991. Vol. 3. pp. 1-8.

BOUDIN, D.R.; QUINTANA, J.; SUHET, A. 1989. Evaluation potential of legume residues. *In Trop Soils Technical Report 1986 - 1987* (Claude, N. ed.). North Caroline University, Raleigh, N.C. pp. 304-305.

CENTRO INTERNACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual método lógico de evaluación económica. México. 79 p.

GORDÓN, R.; FRANCO, J.; DE GRACIA, N.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ, A.; HERRERA, A. DE; BOLAÑOS, J. 1993a. Respuesta del maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en rotación con canavalia y mucuna, bajo dos tipos de labranza. Río Hato, Panamá, 1992-93. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM*. Vol. 4. pp. 106-110.

GORDÓN, R.; DE GRACIA, N.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A.; BOLAÑOS, J. 1993b. Asocio de maíz con canavalia a distintas épocas y arreglos



- de siembra en Azuero, Panamá. 1992-93. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM*. Vol. 4. pp. 102-105.
- HERRERA, D.; HERRERA, A. DE; GUERRERO, B.; VERGARA, O.; GORDÓN, R. 1993. Evaluación Bioeconómica del uso de rastrojo de maíz en asocio con *Canavalia ensiformis*, Azuero, Panamá. 1992 - 1993. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM*. Vol. 4. pp. 176-183.
- SOSA, H.; PÉREZ, J.; ZEA, L.; FUENTES, M.R.; LÓPEZ, G.; BOLAÑOS, J. 1993. Respuesta diferencial del maíz a la labranza de conservación a distintas dosis de nitrógeno. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM*. Vol. 4. pp. 119-123.
- WADE, M.K.; SÁNCHEZ, P.A. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the amazon basin. *Agronomy Journal* 75: 39-45.
- YOST, R.S.; EVANS, D.O.; SAIDY, N.A. 1985. Tropical legumes for N production growth and N content in relation to soil pH. *Trop. Agric. (Trinidad)* 62: 20-24.
- ZEA, J.L.; RAUN, W.R.; BARRETO, H. 1990. Efecto de intercalar leguminosas a diferentes fechas de siembra y dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) Centro América, 1989. *En Manejo de Suelos Tropicales en Latinoamérica*. Soil Science Department, North Caroline State University, Raleigh N.C. pp. 115-121.
- ZEA, J. L. 1992a. Efecto de intercalar leguminosas con diferentes dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.). *Agronomía Mesoamericana* 3: 16-21.
- ZEA, J.L. 1992b. Efecto residual de intercalar leguminosas sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en nueve localidades de Centro América. *En Síntesis de los Resultados Experimentales del PRM*, 1991. Vol. 3. pp. 97-103.