

EFFECTO DE DIFERENTES POBLACIONES DE MAIZ (*Zea mays*) EN LA PRODUCCION DE RAICES DE YUCA (*Manihot esculenta*) AL CULTIVARLOS EN ASOCIO:  
II. ASPECTOS ECONOMICOS<sup>1</sup> /

ROGER MENESES R.\*  
LUIS A. NAVARRO\*  
RAUL A. MORENO\*

Summary

*The economic efficiency and price sensitivity of cassava intercropped with maize in six different plant densities and two fertilization treatments were evaluated. This evaluation was part of an experiment done in Turrialba, Costa Rica, at 9°53' N, 83°39' W and 602 m above sea level. Plant densities were 0, 1, 3, 4 and 5 maize plants m<sup>-2</sup> intercropped with 1 cassava plant m<sup>-2</sup>, and the two fertilization treatments were: 90 kg ha<sup>-1</sup> of N, 200 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 75 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, and 120 kg ha<sup>-1</sup> of N, 200 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 150 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O.*

*The economic evaluation was based on the general factor-factor and product-product models, assuming different decision-making circumstances. They included simple and combined restrictions on the availability of land, labor and cash, and the objective functions of maximizing food production and total economic efficiency. The prices used in the analysis were those available in Turrialba during May 1978 when US\$ 1 was equal to ₡ 8.60. The prices for cassava and maize per ton were \$75.50 and \$241.90 respectively.*

*Results under the different situations assumed for the analysis indicate a lower price sensitivity and higher economic efficiency for cassava intercropped with maize at the lower fertilization treatment included in the test. The higher fertilization treatment tends to be more efficient in cassava monocrop or cassava intercropped with maize at the lowest density, particularly when cassava price tends to increase. One plant of cassava intercropped with 2 maize plants m<sup>-2</sup> and fertilization of 90, 200 and 75 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O respectively, was the best evaluated option in terms of economic efficiency under all circumstances given for the analysis. The low sensitivity of this crop mixture to changes in the prices of maize, cassava and labor was also remarkable. Only when the cassava price decreases by 61 percent is it justified to intercrop 4 plants of maize m<sup>-2</sup>, provided the maize price does not decrease.*

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 27 de agosto de 1982.

Este trabajo es parte de la tesis presentada por el autor principal a la Escuela para Graduados de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiae.

\* Especialista en Sistemas de Producción, Economista Agrícola y Agrónomo respectivamente del Departamento de Producción Vegetal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Introducción

**E**n un experimento de yuca intercultivada con maíz en cinco densidades de siembra, realizado en Turrialba se encontró que la productividad, o eficiencia técnica en el uso de la tierra, fue mayor para una planta de yuca y dos plantas de maíz m<sup>-2</sup>, cuando se fertilizó con 90, 200, 75 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente. Con una fertiliza-

ción N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de 120, 200 y 150 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, la asociación más eficiente fue una planta de yuca y cinco plantas de maíz m<sup>-2</sup> (5).

La maximización en la eficiencia técnica con que se usa la tierra es un criterio apropiado para seleccionar tecnologías cuando la tierra es el único recurso limitante al tomar la decisión y se quiere maximizar la producción. Las circunstancias de decisión, sin embargo, particularmente a nivel de agricultores de pocos recursos, pueden incluir restricciones simples o combinadas de mano de obra y dinero en efectivo, además de tierra, para generar el ingreso que necesitan.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia y estabilidad económica de las diferentes asociaciones estudiadas (5) en: generación de ingreso, producción de alimento, utilización de cada recurso productivo, individualmente o en combinación y frente a posibles cambios en los precios de los productos

#### Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica. La información corresponde a un experimento de yuca asociada con maíz en cinco poblaciones diferentes y dos niveles de fertilización. Los detalles sobre este experimento los presentan Meneses y Moreno (5).

La evaluación de la eficiencia y estabilidad económica de las doce opciones técnicas se realizó bajo cuatro circunstancias de decisión, posibles y diferentes: a) necesidad de maximizar la producción de alimento, sin importar costos o ingresos; b) restricciones de mano de obra y dinero de operación, individualmente o combinados; c) restricción exclusiva del recurso tierra; d) maximizar la eficiencia en el uso conjunto de todos los recursos, sin restricciones

Para las evaluaciones, se utilizaron los modelos producto-producto y factor-factor. Los cálculos de costos en efectivo, costos variables totales, costos totales e ingresos se hicieron con base en los precios de insumos, productos y tierra que rigieron durante el experimento en Turrialba. Esto incluyó un 9% como costo del capital. Los coeficientes técnicos en el uso de mano de obra, implementos e insumos, fueron computados de observaciones hechas durante el experimento, corrigiendo cuando fue necesario, con datos existentes a nivel de finca en el área. Para observar la sensibilidad de los resultados frente a cambios en las relaciones de precios, se simuló cambios en el precio de la yuca que era \$ 75.5 ton

ha<sup>-1</sup>. El precio de maíz \$ 241.9 ton ha<sup>-1</sup>, es fijado por el Consejo Nacional de la Producción de Costa Rica. En los recursos se hizo variar el precio del jornal.

Las doce opciones en evaluación se dividen en: a) aquellas que incluyen 90, 200 y 75 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente, referidas como de "fertilización baja" y con el símbolo  $\Delta$  en lo que sigue de este texto y 2) aquellas con 120, 200 y 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente o de "fertilización alta" y referidas con el símbolo  $\bullet$ . Dentro de cada nivel de fertilización se evaluó la asociación de una planta de yuca con 0, 1, 2, 3, 4 y 5 plantas de maíz intercalado m<sup>-2</sup>, y referidas con los mismos dígitos respectivamente.

#### Resultados y discusión

Bajo la primera situación de decisión posible, y empleando el índice de Rendimiento Relativo Total (RRT), Meneses y Moreno (5) encontraron que la asociación de una planta de yuca y dos plantas de maíz m<sup>-2</sup> con "baja fertilización", fue la de mayor producción de alimento ha<sup>-1</sup>.

Los resultados bajo la segunda situación de decisión se resumen en la Figura 1. En ella, cada alternativa se ubica de acuerdo con sus requisitos de dinero en efectivo y días hombre que fueron necesarios para generar 116.3 dólares de ingreso neto. La línea oblicua representa todas las combinaciones de efectivo y mano de obra que implican un mismo costo, dado el precio del último recurso durante el análisis. Al mover paralelamente esta recta, pasa por la posición de las diferentes opciones técnicas permitiendo ordenarlas en cuanto a sus costos. Mientras más cerca de cero queda, menor es el costo necesario para producir 116.3 dólares de ingreso neto y más eficiente es en el uso conjunto del efectivo y la mano de obra. La Figura 1 muestra que el monocultivo de yuca es la opción más eficiente cuando el nivel de fertilización es alto (Fig. 1a) pero 1 planta de yuca con 2 plantas de maíz m<sup>-2</sup> es la opción más eficiente cuando se aplica menos fertilizante (Fig. 1b). El análisis conjunto (Fig. 1c), muestra el predominio de lo encontrado en el caso de fertilización más baja.

La pendiente de la recta de isocosto es igual a la relación, con signo negativo, entre los precios en \$ del jornal y del dinero (5.40:1). Si el precio del jornal cambia, la pendiente de la recta cambia y la selección entre opciones podría ser diferente. La solución de la figura es estable frente a cualquier variación en el precio del jornal. La Figura 1 muestra además que la opción en la solución conjunta es la más efi-

ciente en el uso individual de la mano de obra y del capital en efectivo.

La eficiencia económica en el uso de la tierra se evalúa con base en la Figura 2. La maximización de esta eficiencia es importante cuando tierra es un recurso limitante. La Figura 2 ubica las opciones en

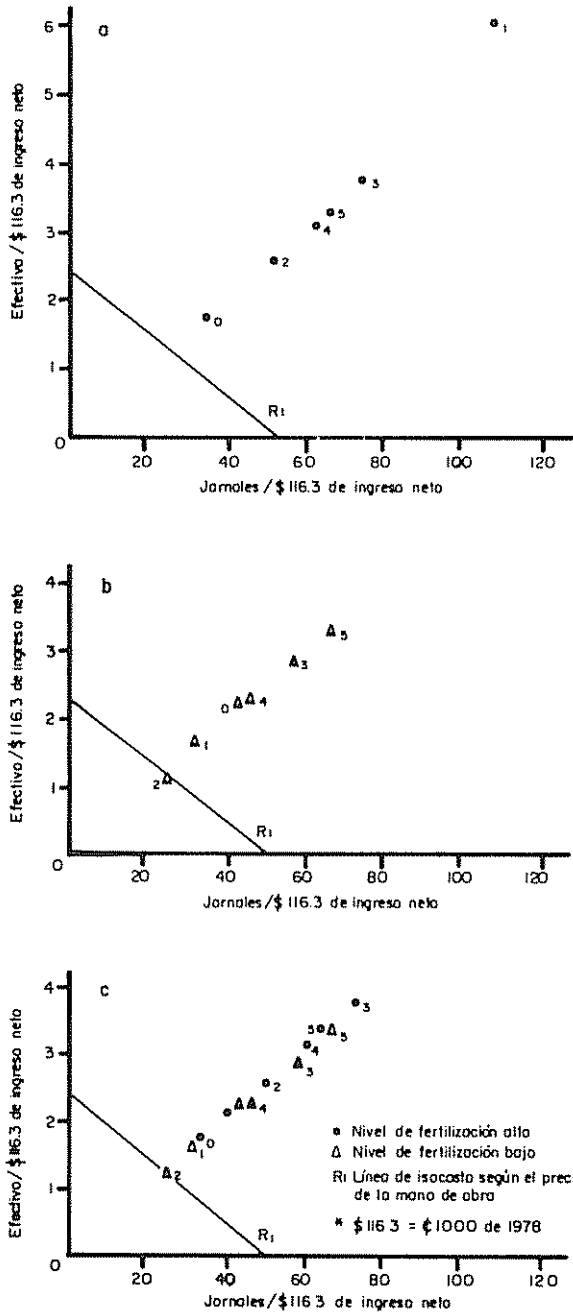


Fig 1. Eficiencia económica en el uso de mano de obra y dinero en efectivo de seis opciones para producir yuca asociada con maíz, bajo una fertilización "alta" (a), fertilización "baja" (b) y ambas (c)\*

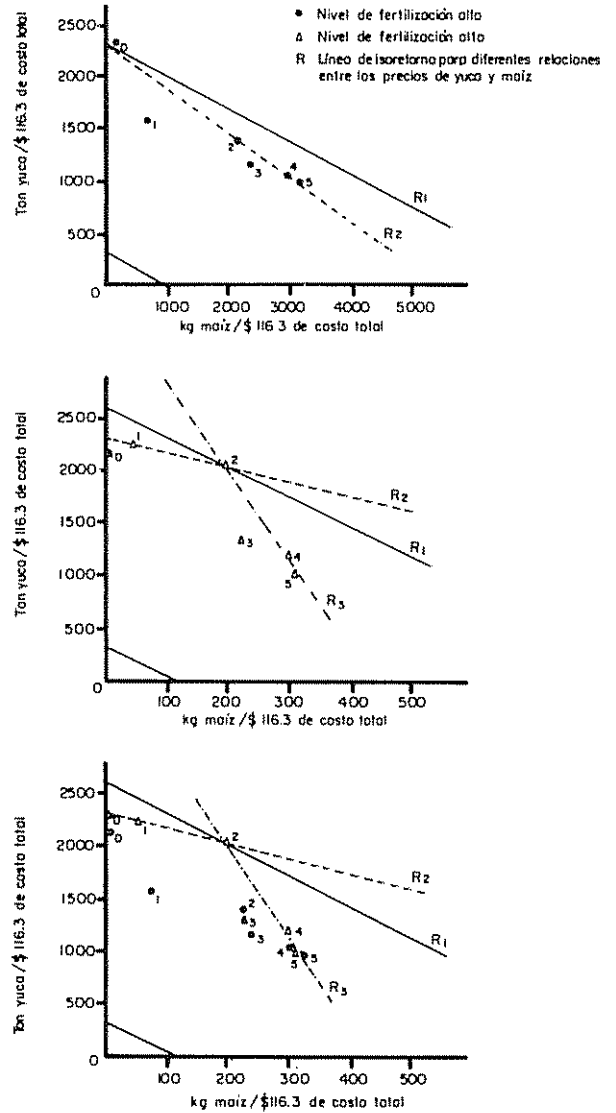


Fig 2. Eficiencia económica en el uso de la tierra de seis opciones para producir yuca asociada con maíz, bajo una fertilización "baja" (a), fertilización "alta" (b) y ambas (c).

evaluación de acuerdo a sus rendimientos en  $\text{ton ha}^{-1}$  de yuca y maíz. La eficiencia la determina el valor combinado de la producción de yuca y maíz representada por la línea oblicua cuya pendiente es igual a la relación con signo negativo entre el precio en \$ del maíz y la yuca (241.9:75.5).

La tecnología cuya línea de valor de la producción se aleja más del origen, es económicamente la más eficiente en el uso de la tierra. Los resultados para el nivel de fertilización bajo, indican a las asociaciones de 1 planta de yuca con 4 plantas de maíz  $\text{m}^{-2}$  (Fig. 2a) y 1 planta de yuca con 2 plantas de maíz  $\text{m}^{-2}$  para la fertilización baja (Fig. 2b) como las

más eficientes en el uso económico de la tierra. La sensibilidad de estas soluciones a cambios en el precio de los productos es mayor para el caso de la fertilización alta. Si el precio de la yuca es baja en relación a la del maíz, la asociación de una planta de yuca con 5 plantas de maíz  $m^{-2}$  entra rápidamente en la solución al nivel de fertilización alta. Un cambio en el mismo sentido pero mayor, cambiaría a su vez la solución a la asociación de una planta de yuca con 4 plantas de maíz  $m^{-2}$  en el nivel bajo de fertilización. Un alza en el precio de la yuca haría inmediatamente atractivo el monocultivo de ese producto al nivel alto de fertilizante. El alza deberá ser mayor al nivel bajo de fertilización para que la solución cambie a la asociación de una planta de yuca con una planta de maíz  $m^{-2}$ . Combinando el análisis de las opciones, bajo los dos niveles de fertilizante, predomina la eficiencia de las opciones seleccionadas en el nivel bajo (Fig. 2c). De la misma forma la solución es más sensible a la disminución relativa del precio de la yuca respecto a la del maíz que a su alza. Todo el análisis sobre uso de la tierra favorece, en orden, a las asociaciones de una planta de yuca con 2, 4 y 1 planta de maíz  $m^{-2}$  respectivamente.

La Figura 3 contiene la posición gráfica de cada opción tecnológica de acuerdo a su producción de maíz y yuca por cada 116 3 dólares de costo total. Este costo total valoriza todos los recursos utilizados en cada opción y la maximización del valor del producto logrado de ellos, implica optimizar la eficiencia económica en el uso de todos los recursos en conjunto. El valor de la producción se determina con base en los precios de la yuca y el maíz, cuya relación determina la pendiente de la recta oblicua que la representa en la Figura 3. La optimización de la eficiencia económica total implica maximizar el ingreso neto bajo una situación no restrictiva de recursos. Esta es la cuarta circunstancia de decisión en el estudio. Según los precios de la yuca y el maíz al momento de análisis, la opción más eficiente al nivel alto de fertilizante fue el monocultivo de yuca y la asociación de una planta de yuca con dos plantas de maíz lo fue cuando la fertilización fue menor. En el análisis conjunto (Fig. 3c), domina el caso encontrado con el nivel de fertilización menor. Las soluciones no son muy sensibles a cambios en los precios de los productos, aunque un alza relativa en el precio de la yuca tendió a favorecer su monocultivo y una baja a su asociación con 4 plantas de maíz  $m^{-2}$ .

El Cuadro 1 contiene los principales coeficientes técnicos e índices económicos utilizados en el análisis.

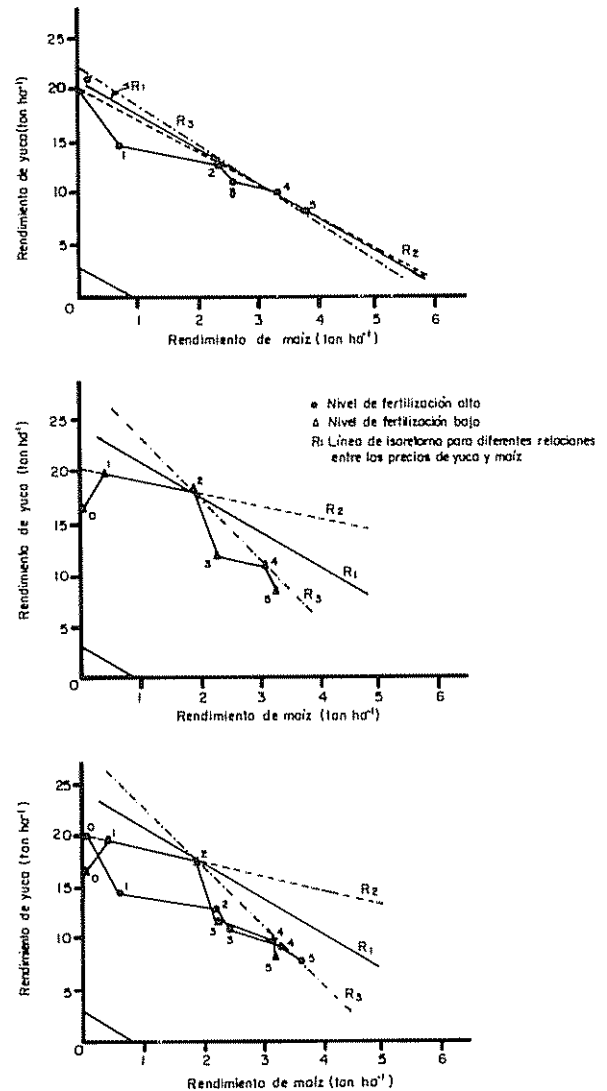


Fig. 3. Eficiencia económica total de seis opciones para producir yuca asociada con maíz, bajo una fertilización "baja" (a), fertilización "baja" (b) y ambas (c)\*.

### Resumen

Este trabajo evalúa la eficiencia y estabilidad económica de seis asociaciones de yuca y maíz con dos niveles de fertilización, incluidas en un experimento descrito por Meneses y Moreno (5). El experimento se realizó en Turrialba, Costa Rica, a  $9^{\circ}53'$  latitud norte,  $83^{\circ}39'$  longitud oeste y 602 m.s.n.m. Las asociaciones fueron de una planta de yuca con 0, 1, 2, 3, 4 y 5 plantas de maíz  $m^{-2}$  y las dos fertilizaciones de 90, 200 y 75 y 120, 200 y 150 de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente.

\* \$ 116.3 = ₡ 1 000, 1978.

Cuadro 1. Costo total (CT), ingreso bruto (IB), ingreso neto (IN), costo efectivo (CE), CE/116.31N, No. de jornales/116.31N de diferentes combinaciones entre maíz y yuca bajo dos niveles de fertilización. Turrialba, Costa Rica, 1979<sup>7</sup>.

Tratamiento	CT	IB maíz	IB yuca	IB total	IN total	CE	CE/116.3 IN <sup>3</sup>	No. jornales	No. 4/ jornales/ 116.31N	Rend. <sup>5</sup> maíz kg/ 116.3CT	Rend. <sup>6</sup> yuca kg/ 116.3CT
0 A	1 117.8	0	1 664.1	1 664.1	546.3	992.8	211.3	159	34	0	2 294.4
1 A	1 227.3	159.1	1 247.6	1 406.6	179.3	1 096.5	711.0	167	108	62.3	1 565.8
2 A	1 260.7	551.0	1 133.6	1 684.6	423.9	1 129.1	309.6	187	51	210.2	1 385.6
3 A	1 295.8	620.3	978.8	1 599.2	303.4	1 162.8	445.7	193	74	230.2	1 164.0
4 A	1 328.9	796.9	908.6	1 705.5	376.5	1 195.8	369.3	201	62	288.3	1 053.3
5 A	1 327.9	909.3	769.8	1 679.1	351.2	1 194.6	396.2	200	66	329.2	893.5
0 B	1 060.9	0	1 472.4	1 472.4	411.5	941.5	266.0	157	44	0	2 138.2
1 B	1 173.7	101.9	1 687.6	1 789.4	615.7	1 048.4	198.0	168	32	41.7	2 215.2
2 B	1 195.8	473.7	1 558.5	2 032.2	836.4	1 069.6	148.7	181	25	190.5	2 007.9
3 B	1 241.6	565.0	1 060.3	1 625.3	383.7	1 114.1	337.6	190	58	218.8	1 315.4
4 B	1 262.8	770.3	979.6	1 750.1	481.5	1 135.1	270.8	195	47	293	1 195.3
5 B	1 279.1	808.7	814.3	1 623.0	343.9	1 151.3	389.2	199	67	304	980.6

1 Precio del maíz = US\$ 241.90 por t

2 Precio de la yuca = US\$ 75.50 por t

3 CE/US\$ 116.3 IN = capital efectivo necesario para obtener US\$ 116.3 de ingreso neto.

4 No. jornales/US\$ 116.3 IN = mano de obra en jornales necesario para obtener US\$ 116.3 de ingreso neto.

5 Rendimiento de maíz obtenido por cada US\$ 116.3 de costo total

6 Rendimiento de yuca obtenido por cada US\$ 116.3 de costo total

7 0, 1, 2, 3, 4, 5 plantas de maíz m<sup>-2</sup>, FA = 120-200-150 y FB = 90-200-75 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente.

8 1 US dollar = 8.60 colones costarricenses.

La evaluación económica se basó en los modelos factor-factor y producto-producto, bajo diferentes situaciones de decisión. Estas incluyeron restricciones simples o combinadas de tierra, mano de obra y capital, además del objetivo de obtener un máximo de alimento y eficiencia económica. Los precios utilizados en el análisis fueron los vigentes en Turrialba durante mayo de 1978. Estos incluyeron \$ 75.5 y \$241.9 por tonelada de yuca y maíz respectivamente, con US\$ 1 equivalente a ₡ 8.60

Las diferentes situaciones de análisis muestran que la eficiencia económica de las asociaciones, incluidas en el experimento, es mayor al nivel de fertilización más bajo. Con ese nivel de fertilizantes las soluciones son también más estables frente a cambios en los precios de los productos. La aplicación de más fertilizante tiende a favorecer el monocultivo de yuca o su asociación con bajas poblaciones de maíz en especial frente a un alza relativa en el precio de la raíz. La asociación de una planta de yuca con dos plantas de maíz m<sup>-2</sup>, fertilizada con 90, 200 y 75 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente fue la

opción con mayor eficiencia económica bajo todas las situaciones analizadas. La estabilidad de esta solución frente a cambios en los precios de yuca, maíz y mano de obra fue también notable.

Solo una disminución del 61% en el precio de la yuca justificaría intercalar cuatro plantas de maíz, siempre que el precio de este no baje.

#### Literatura citada

1. BISHOP, C. E. y TOUSSAINT, W. O. Introducción al análisis de economía agrícola. México, LIMUSA. 1977. 262 p.
2. DIAZ, R. O., PINSTRUP-ANDERSEN, P. y DARIO, R. Costos y utilización de insumos en la producción de yuca en Colombia. CIAT. Serie ES-No. 5. 1975. 36 p.
3. FLINN, J. C. Agro-economic considerations in cassava intercropping research. In Proceedings of an international workshop,

- Trivandrum, India. 1978. Intercropping with cassava. Ottawa International Development Research Centre, 1979. pp. 87-101 (ICRC-142e).
4. HART, R. A bean, corn and manioc polyculture cropping system. II. A comparison of the yield and economic returns from monoculture and polyculture cropping systems. *Turrialba* 25(4):377-384. 1975.
  5. MENESES, R. y MORENO, R. A. Efecto de diferentes poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) en la producción de raíces de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) al cultivarlos en asocio I Aspectos agronómicos. *Turrialba*, 33(2):109-116. 1983.
  6. NAVARRO, L. A. Evaluación socioeconómica de la tecnología en estudio. *Turrialba*, Costa Rica, CATIE 1977. 9 p. Documento presentado al Seminario de Sistemas de Producción de Cultivos Anuales, *Turrialba*, Costa Rica.
  7. NAVARRO, L. A. Colección, procesamiento y análisis de información microeconómica generada en experimentos agrícolas en terrenos de agricultores. *Turrialba*, Costa Rica, CATIE, 1977. Documento preliminar. 31 p.
  8. SHENK, M., JOHNSTON, D. y LOCATELLI, E. Evaluación económica de sistemas de producción para pequeños agricultores: el caso de retribución a los factores limitantes. In Reunión Anual del PCCMCA, 24a. San Salvador, 1978. Memoria San Salvador, CENTA, 1978. v3. pp. m51/1.
  9. TRENBATH, B. R. Plant interactions in mixed crops communities. In American Society of Agronomy Multiple Cropping. Madison, Wisconsin, ASA Special publication number 27. 1979. pp. 129-170.
  10. WEBER, E., NESTEL, B. and CAMPBELL, M. eds. Intercropping with cassava. International Workshop held at Trivandrum. India. 1978. Ottawa International Development Research Centre. 1979. 143 p.
  11. WILLEY, R. W. Intercropping. Its importance and research needs. Part 1. Competitions and yield advantages. *Field Crop Abstracts* 32(1):1-10. 1979.
  12. WILLEY, R. W. Intercropping. Its importance and research needs. Part 2. Agronomy and Research Approaches. *Field Crop Abstracts* 32(2):73-85. 1979.