

**CATIE .**  
**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**Programa de Cultivos Anuales**

**EVALUACION ECONOMICA DEL MANEJO DE LA VEGETACION PREVIO A LA SIEMBRA CON**  
**ENFASIS EN EL CULTIVO DE YUCA (Manihot esculenta Crantz)**

**Helio A. Burity**  
**Myron Shenk**

**Turrialba, Costa Rica**

**1979**

## 1. INTRODUCCION

Helio A. Burity\*  
Myron Shenk\*\*

Desde el punto de vista técnico agronómico los cultivos involucrados en este estudio, son evaluados de acuerdo a su potencial en la producción de alimentos. Sin embargo, la decisión de escoger uno entre varios sistemas de manejo de la vegetación, alternativas posibles, para incluirlo dentro de un proceso de producción, se basará en consideraciones económicas. Esto implica que el agricultor, escogerá entre aquellos más atractivos, aquel que optimiza las restricciones que impone el ambiente en que opera.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas anteriormente, se estudió el efecto de diferentes manejos de la vegetación previos a la siembra sobre diferentes aspectos económicos como: análisis de beneficios y costos, análisis de sensibilidad, análisis de marginalidad y retorno a los factores de producción.

## 2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

La decisión de escoger uno entre los sistemas alternativos de cultivos posibles para incluirlo dentro de un proceso de producción del agricultor tradicional, se basará, necesariamente, en sus condiciones económicas. Esto implica, el sistema que pueda optimizar dentro de las restricciones tierra, capital y mano de obra del agricultor (3).

---

\* Investigador Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria-EMBRAPA-BRASIL. Ing. Agr., Estudiante del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\* M. Sc., Especialista en Control de Malezas. Convenio IPPC/CATIE/AID, Turrialba, Costa Rica.

Según Gastal (2), es indispensable y de máxima importancia para la investigación agropecuaria un análisis de costo y beneficios de los nuevos conocimientos generados y que los aspectos del análisis a considerar no deben reducirse a evaluaciones de un solo tipo. Además, no se debe olvidar que si la nueva práctica es aceptada por la mayoría de los agricultores del área en estudio, puede causar modificaciones en el aspecto socio-económico.

Murcia (4) indica que para formular una recomendación económica es importante conocer la sensibilidad de los sistemas bajo estudio, esto es, en que medida soportará disminución en el ingreso neto, ya sea por aumento en los costos o por disminución en los ingresos.

Zaffaroni et al (7) presentan el índice de retorno más adecuado a las condiciones del agricultor tradicional. Este índice expresa el retorno sobre la inversión hecha por el agricultor, también da énfasis a la tasa marginal de retorno. Según los autores, los agricultores generalmente no están dispuestos a hacer una inversión a menos que la tasa de retorno sea de por lo menos 40% por ciclo de cultivo.

Perrin et al (5), afirman que para formular recomendaciones que los agricultores adopten debe conocerse tanto el elemento humano involucrado en el cultivo de la tierra como también los elementos biológicos. Debe pensarse en términos de las metas de los productores y de las restricciones que ellos enfrentan para lograr esas metas.

Por lo tanto, debemos dedicar esfuerzos para lograr mejor productividad de las alternativas propuestas para la investigación sin olvidar el análisis de rentabilidad de esta tecnología.

### 3. OBJETIVOS

Los objetivos principales del presente trabajo fueron evaluar económicamente los distintos manejos de la vegetación previo a la siembra en un área en que predominaban malezas perennes, Paspalum fasciculatum y Panicum maximum, en los sistemas de cultivos: yuca en monocultivo y yuca asociada con frijol, para conocer:

1. Cuáles de los manejos y sistemas de cultivos son más rentables.
2. Cuáles son más sensibles a cambio en los ingresos o a cambio en los costos.
3. Cuáles de los factores de la producción - tierra, capital y mano de obra tendrá más importancia para el productor al tomar decisiones.

### 4. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el área correspondiente al Programa de Bovinos y Especies menores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Se utilizaron semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) cultivar "Turrialba 4" y estacas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), cultivar "Valencia".

En el Cuadro 1 se presentan la densidad y espaciamiento de siembra de los dos sistemas de cultivos (yuca en monocultivo y yuca asociada con frijol) a cada uno de los cuales se les sometió a los cinco manejos de

la vegetación para la siembra que se describen en seguida.

Cuadro 1. Sistemas, densidad y distancia de siembra

Sistema	Código	Densidad	Distribución	
			Entre hilera	En la hilera
Yuca + frijol	S <sub>1</sub>	16666 (Y)	1.00 m	0.60 m
		100.000 (F)	0.50 m	0.20 m
Yuca - monocultivo	S <sub>2</sub>	16666 (Y)	1.00 m	0.60 m

A continuación se presentan los cinco manejos de la vegetación a que se sometieron los dos sistemas de cultivos.

1. Chapia a ras más herbicida (M1)

Chapia a ras o sea corte de la vegetación a la altura del suelo y 20 días después una aplicación de glifosato\* al rebrote en dosis de 1.5 kg equivalente ácido/ha en 300 litros de agua. Se sembró 10 días después de aplicar el herbicida.

2. Chapia a 50 cm de altura más herbicida (M2)

Corte de la vegetación a una altura de aproximadamente 50 cm y 20 días después una aplicación de glifosato en dosis de 1.5 kg equivalente ácido/ha en 300 litros de agua, seguido por la siembra 10 días después.

---

\* N (fosfonometil) glicina al 36% de equivalente ácido.

3. Arado sin control (M3)

Preparación tradicional del suelo con arado de discos, seguido por una pasada de una rastra excéntrica 10 días después. Se realizó otra rastreada 15 días después, seguida de inmediato por la siembra.

4. Arado con control (M4)

Preparación del suelo tradicional con arado de disco seguido por dos reastreadas 10 días después. Se aplicó glifosato al rebrote, después de 15 días, en dosis de 1.5 kg equivalente ácido/ha en 300 litros de agua, seguidos por la siembra.

5. Arado con desyerbe manual (M5)

Preparación del suelo tradicional con arado de disco seguido por una rastreada 8-10 días después. Se rastreó de nuevo y se sembró de inmediato. Posteriormente se realizó un deshierbe manual.

La siembra se realizó en forma manual el 15 de diciembre de 1977 y la cosecha el 18 de marzo en el caso del frijol y el 15 de diciembre de 1978 para la yuca.

Evaluaciones Económicas

- Análisis de beneficios y costos

Los dos sistemas de cultivos y los cinco manejos de la vegetación fueron evaluados a través de un análisis de beneficio y costos. Las variables a considerar por hectárea, para los análisis de beneficios y costos fueron:

Costos de Producción (CP): Se emplearon los precios de recursos e insumos

durante la época en que se realizó el experimento y precios vigentes en el comercio mayorista de Turrialba, Costa Rica. Los jornales fueron calculados con base en el tiempo requerido para realizar las diferentes actividades en las parcelas, promediando estos datos, con los provenientes de la unidad de economía del CATIE.

Costos Variables (CV): Los gastos de mano de obra, mecanización y materiales necesarios al proceso de producción.

Costos Efectivos (CE): Los gastos en efectivo para maquinaria, materiales (fertilizantes y plaguicidas) sin valorizar la mano de obra. La suposición es que la mano de obra será de la misma familia.

Costos Fijos (CF): Los gastos por intereses sobre préstamos de los costos en efectivo, calculados al 9.0% anual, costo oportunidad de la tierra, e intereses de 6% anual sobre esta renta y depreciación del pulverizador.

Ingreso Total (IT): La producción comerciable valorizada monetariamente con base en los precios del mercado de Turrialba y del Consejo Nacional de Producción. La producción comercial de yuca se basó de acuerdo a los criterios de calidad del mercado de Turrialba. Las dimensiones para yuca fueron: longitud más de 12 cm y diámetro más de 3 cm en su parte más gruesa.

Para el cultivo del frijol, se consideró comercial todo grano que no estuviera visiblemente afectado por enfermedades o insectos.

$$\text{Margen Bruto (MB)} = \text{IT} - \text{CV}$$

El Margen Bruto representa el retorno bruto a los recursos fijos de la empresa. Esto es lo que el agricultor tiene para compensar los costos fijos y trabajos administrativos.

$$\text{Ingreso Neto (IN)} = \text{MB} - \text{CF}$$

Representa la ganancia neta del agricultor, después de compensar todos los costos.

$$\text{Margen Bruto Familiar (MBF)} = \text{IT} - \text{CE}$$

Representa el retorno bruto a los recursos de la familia como administración, mano de obra, tierra, etc., después de compensar todos los gastos de maquinaria y materiales.

$$\text{Ingreso Neto Familiar} = \text{MBF} - \text{CF}$$

Representa el retorno neto a la mano de obra familiar y administración cuando fueron compensados todos los gastos, con excepción de la mano de obra.

- Análisis de sensibilidad a los ingresos y costos

El análisis de sensibilidad representa cuán sensible son los sistemas de cultivos y manejos de la vegetación en estudio a cambios. Esto es, hasta qué medida soportará disminución en los ingresos netos, por aumento en los costos o por disminución en los ingresos, según Avila (1) y Zaffaroni et al (7).

$$X_1 = \left(1 - \frac{\text{CT}}{\text{IT}}\right) \times 100$$



$X_1$  = Porcentaje de disminución de los ingresos

CT = Costos Totales = Costos Variables + Costos Fijos

IT = Ingreso Total

$$X_2 = \left( \frac{IT}{CT} - 1 \right) \times 100$$

$X_2$  = Porcentaje de aumento en los costos totales

IT = Ingreso Total

CT = Costo total

- Retorno a los factores de producción (Capital, Mano de Obra y Tierra)

$$\text{Retribución al Capital Efectivo} = \frac{IT - CE - CF}{CE}$$

Se supone que toda la mano de obra es familiar

IT = Ingreso Total

CE = Costos Efectivos

CF = Costos Fijos

Indica la retribución neta del proceso productivo por cada unidad monetaria invertida en gastos de mecanización y materiales, Shenk et al (6).

$$\text{Compensación al Jornal Familiar} = \frac{IT - CE - CF}{NJ}$$

NJ = Número de Jornales Familiares

Significa la retribución monetaria por cada jornal familiar utilizado en el proceso de producción (96).

$$\text{Retribución a la tierra} = \frac{\text{IT} - \text{MÓ} - \text{CE}}{\text{ha}}$$

ha = cantidad de tierra en hectáreas

MO = costo de mano de obra

Indica la retribución monetaria por área cultivada (6)

- Retornos promedios a capital y mano de obra

$$\text{Índice de Retorno Promedio a Capital} = \frac{\text{INGRESO NETO}}{\text{COSTOS EFECTIVOS}}$$

Indica el retorno neto para el agricultor por unidad monetaria invertida en mecanización y materiales.

$$\text{Índice de Retorno Promedio a Mano de Obra} = \frac{\text{INGRESO NETO}}{\text{COSTO DE LOS JORNALES}}$$

Indica el retorno neto por cada unidad monetaria invertida en mano de obra.

- Análisis marginal a capital y mano de obra

El análisis marginal indica la manera en que los ingresos netos de una inversión aumentan a medida que la cantidad invertida crece, cuáles serán los ingresos adicionales y los costos adicionales, Murcia (4).

$$\text{Tasa Marginal de Retorno (TMR)} = \frac{\text{IN}}{\text{CE}}$$

IN = Incremento marginal en ingreso neto

CE = Incremento marginal en costos efectivos

## 5. RESULTADOS

- Análisis de beneficios y costos

Con el objeto de conocer la variabilidad en la rentabilidad de los dos sistemas de cultivos y los cinco manejos de la vegetación para las condiciones del mercado de Costa Rica, se elaboraron varios cuadros, utilizando los precios vigentes de jornales y productos.

En el Cuadro 1A se puede apreciar que los costos de producción, los costos variables y costos en efectivo son más elevados para los manejos mecanizados y para el sistema asociado, debido a la influencia de la mecanización de los manejos y del frijol en el sistema asociado. Los costos de producción variables y en efectivo son mayores para los manejos M4, arado con control, y M5, arado con desyerbe manual, en ambos sistemas de cultivos, y los menores son para los manejos de no laboreo del suelo.

Los manejos de no laboreo presentaron mayores cantidades de mano de obra necesaria, sin embargo, esta diferencia no es sobresaliente.

En el Cuadro 2 y Figura 1, se muestran cuáles de los sistemas de cultivos y manejos de la vegetación son más rentables. El Margen Bruto y el Ingreso Neto para los manejos M5, arado con desyerbe manual, y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, en el sistema de yuca en monocultivo, mostraron los valores más altos. Para el sistema de yuca asociada con frijol, los valores son equivalentes para los manejos, mientras el manejo M3, arado sin control, obtuvo valor negativo. Los valores de Margen Bruto son mayores que los ingresos netos porque el Margen Bruto no descuenta los costos fijos.

En la columna cuarta del Cuadro 2 se muestra el Margen Bruto Familiar que indica la retribución a la mano de obra del productor y su familia.

**Cuadro 1A. Costos variables, costos fijos, costos en efectivo, costo de producción y número de jornales por hectárea para dos sistemas de cultivos y cinco manejos de la vegetación.**  
(Colones por hectárea)

Epoocas	Labor	S I S T E M A S									
		YUCA + FRIJOL					Y U C A				
		M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
<b>A. Mano de Obra</b>											
Dic. '77	Chapla a ras	528.64	-	528.64	528.64	528.64	528.64	-	528.64	528.64	528.64
Dic. '77	Chapla 50 cm de altura	-	200.13	-	-	-	-	200.13	-	-	-
Dic. '77	Aplicación del herbicida	75.52	75.52	-	75.52	-	75.52	75.52	-	75.52	-
Dic. '77	Siembra	641.92	717.44	566.40	566.40	566.40	641.92	717.44	566.40	566.40	566.40
Dic. '77	Aplicación de abono	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04
Enero '78	Aplicación de insecticida	75.52	75.52	75.52	75.52	75.52	-	-	-	-	-
Feb. '78	Aplicación de abono en cobertura	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04	151.04
Marzo '78	Cosecha del frijol	339.84	339.84	339.84	339.84	339.84	-	-	-	-	-
Abril '78	Desyerba	-	-	-	-	755.20	-	-	-	-	755.20
Nov. '78	Chapla a ras para cosechar	528.64	528.64	528.64	528.64	528.64	528.64	528.64	528.64	528.64	528.64
Dic. '78	Cosecha de la yuca	604.16	604.16	604.16	604.16	604.16	604.16	604.16	453.12	679.68	679.68
<b>B. Mecanización 1/ 2/</b>											
Dic. '77	Arado	-	-	1200.0	1200.0	1200.0	-	-	1200.0	1200.0	1200.0
Dic. '77	Rastreado	-	-	600.0	600.0	600.0	-	-	600.0	600.0	600.0
<b>C. Materiales</b>											
Dic. '77	Semillas <sup>a</sup>	72.60	72.60	72.60	72.60	72.60	-	-	-	-	-
Dic. '77	Herbicida 3/	578.00	578.00	-	578.00	-	578.00	578.00	-	578.00	-
Dic. '77	Abono 4/	1296.00	1296.00	1296.00	1296.00	1296.00	1296.00	1296.00	1296.00	1296.00	1296.00
Enero '78	Insecticida 5/	291.00	291.00	291.00	291.00	291.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00

Cuadro 1A Costos variables, costos fijos, costos en efectivo (Cont.)...

Epoocas	Labor	S I S T E M A S														
		YUCA + FRIJOL					YUCA									
		M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
<b>D. Otros Costos</b>																
	Costo oportunidad de la tierra	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	Interés sobre A y B <u>6/</u>	201.38	201.38	311.36	363.38	311.36	183.96	183.96	183.96	183.96	183.96	183.96	183.96	183.96	183.96	183.96
	Interés sobre la renta <u>7/</u>	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
	Depreciación del pulverizador	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	Costos Variables	5313.92	5080.93	6253.84	7133.92	7235.60	4724.96	4471.97	5644.88	6524.96	6626.64	6626.64	6626.64	6626.64	6626.64	6626.64
	Costos Fijos	417.38	417.38	527.36	579.38	527.36	395.96	395.96	395.96	395.96	395.96	395.96	395.96	395.96	395.96	395.96
	Costos en efectivo	2438.98	2438.98	3770.96	4400.98	3770.96	2227.96	2227.96	2227.96	2227.96	2227.96	2227.96	2227.96	2227.96	2227.96	2227.96
	Costo de producción	5751.30	5498.31	6781.20	7713.30	7762.96	5120.92	4867.93	6150.82	7082.92	7132.58	7132.58	7132.58	7132.58	7132.58	7132.58
	Número de jornales	82	75.30	74	82	100	71	64.30	63	71	71	63	63	71	71	89

1/ Se supone que el productor lo arrienda

2/ Se realizaron dos aradas y dos rastreadas

3/ Herbicida Glifosato = 1 gal/ha del producto comercial

4/ Abono la. fertilización 400 kg/ha de la fórmula 10-30-10; 2a. fertilización 200 kg/ha de la fórmula 30-10-10

5/ Aplicación de Aldrin 2.57 en la siembra y una aplicación de Sevin al frijol contra vaquilla, Diabrotica sp., trampa con OTMO "B" contra la babosa en el frijol.

6/ Interés sobre la inversión, 9% al año.

7/ Interés sobre la renta 6% al año

Costo de Producción = C. Variables - C. Fijos

Costos fijos - renta de la tierra, Interés sobre préstamos y renta y depreciación del pulverizador.

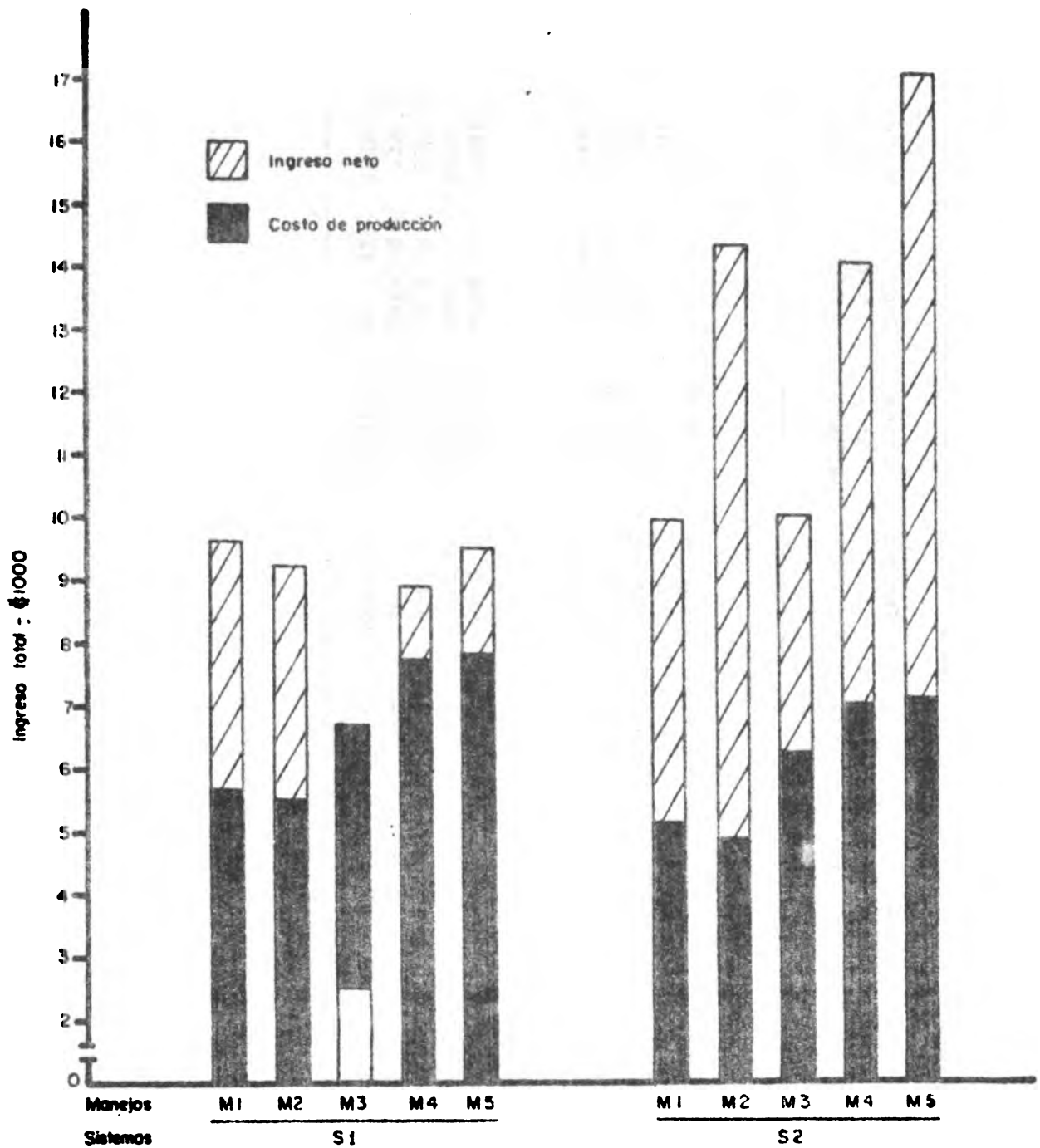
Costos efectivos - ITEM B y C

NOTA: Los coeficientes técnicos utilizados del Cuadro 2A.

Cuadro 2. Análisis económico para dos sistemas de cultivos y cinco manejos de la vegetación.

SISTEMAS Y MANEJOS	YUCA		FRIJOL		Ingreso Total ¢/ha	Margen bruto ¢/ha	Ingreso neto ¢/ha	Margen bruto familiar* ¢/ha	Ingreso neto familiar ¢/ha
	Rendimiento total ton/ha	Rendimiento comercial ton/ha	Rendimiento de granos kg/ha	Rendimiento de granos kg/ha					
<u>Yuca + Frijol</u>									
M1 - Chap. + herb.	18.06	5.36	774.4	9682.80	4368.88	3951.50	7445.20	7027.82	
M2 - Chap. 50 cm + herb.	15.94	5.28	690.4	9184.10	4103.17	3685.79	6946.50	6529.12	
M3 - Arado sin control	13.83	2.74	499.2	2441.10	-3812.74	-4340.10	781.50	254.14	
M4 - Arado con control	20.04	5.33	622.8	8908.50	1774.58	1195.20	6670.90	6091.52	
M5 - Arado con desyerbe	21.87	5.90	614.7	9495.90	2260.30	1732.94	7836.30	7308.94	
<u>Yuca</u>									
M1 - Chap. + herb.	31.98	8.99	---	9889.0	5164.04	4768.08	7845.0	7449.04	
M2 - Chap. 50 cm + herb.	34.89	13.05	---	14355.0	9883.03	9487.07	12311.0	11915.04	
M3 - Arado sin control	31.67	9.06	---	9966.0	4321.12	3815.18	8500.0	7994.05	
M4 - Arado con control	41.15	12.76	---	14036.0	7511.04	6953.08	11992.0	11434.04	
M5 - Arado con desyerbe	43.29	15.41	---	16951.0	10324.36	9818.42	15485.0	14979.06	

\* Suponiendo que la mano de obra es familiar  
 Precios: Yuca - ¢1.10 por kg.  
 Frijol- ¢4.89 por kg.



- M1 = Chopia más herbicida
- M2 = Chopia a 50 cm de altura más herbicida
- M3 = Arado sin control
- M4 = Arado con control
- M5 = Arado con deshierbe manual

- S1 = Yuca
- S2 = Yuca + frijol

**Figura 1** Ingreso neto y costo de producción para dos sistemas de cultivos y cinco manejos de la vegetación

Se considera que el grupo familiar realiza todo el trabajo; tampoco cubre los costos fijos. Los valores obtenidos fueron mayores en los manejos M5, arado con desyerbe manual, M4, arado sin control, y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, para el sistema de cultivo de yuca en monocultivo. Los demás manejos son equivalentes en el sistema de yuca asociado con frijol. Se observa que la influencia de la mano de obra familiar es considerable, para ambos sistemas de cultivos, puesto que los valores son más altos para el Margen Bruto Familiar e Ingreso Neto Familiar en comparación al obtenido por el Ingreso Neto y Margen Bruto.

- Análisis de sensibilidad a los ingresos y costos

El análisis de sensibilidad en el Cuadro 3 muestra la sensibilidad de los sistemas de cultivos y de los manejos de la vegetación, respecto a la disminución en los ingresos, por aumento en los costos o por disminución en los precios del producto.

Se observa que el sistema yuca en monocultivo es menos sensible que el sistema asociado y soporta más los cambios de disminución de los ingresos y aumento de los costos.

En cuanto a los manejos de la vegetación, se observa que los manejos M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, y M5, arado con desyerbe manual para el sistema de yuca en monocultivo, son menos sensibles que los demás manejos. Los manejos más riesgosos son M4, arado con control, y M5, arado con desyerbe manual para el sistema de yuca asociada con frijol.

Se puede apreciar que el manejo M3, arado sin control, para el sistema asociado, obtuvo valores negativos, lo que implica que los ingresos deben aumentar 178% para que el productor no tenga pérdidas, o los costos



Cuadro 3. Análisis de sensibilidad para dos sistemas de cultivos y cinco manejos de la vegetación.

SISTEMAS Y MANEJOS	% de disminución de ingreso para que IT = CT	% de aumento en C. Totales para que CT = IT
<u>Yuca + Frijol</u>		
M1 - Chap. + herbicida	41	69
M2 - Chap. 50 cm + herbicida	40	67
M3 - Arado sin control	-178	-64
M4 - Arado con control	13	15
M5 - Arado con desyerbe	18	22
<u>Yuca</u>		
M1 - Chap + herbicida	48	93
M2 - Chap. 50 cm + herbicida	66	195
M3 - Arado sin control	38	62
M4 - Arado con control	50	98
M5 - Arado con desyerbe	68	138

IT = Ingreso Total

CT = Costos Totales

deben disminuir 64% para igualar a los ingresos.

- Retribuciones a los factores de producción

En el Cuadro 4 se presentan las retribuciones a los factores de la producción - Tierra, Capital y Mano de Obra. Estos índices tienen gran importancia en la toma de decisiones por los agricultores de acuerdo a una situación específica.

Se observa que el índice de retribución al capital es mayor para los manejos M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, y M5, arado con desyerbe manual, para el sistema de yuca sola. El manejo M3, arado sin control, obtuvo menor valor en ambos sistemas de cultivos. La retribución al factor mano de obra es mayor para el sistema yuca sola en comparación al sistema asociado. Los manejos M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, y M5, arado con desyerbe, son superiores a los demás manejos de la vegetación en ambos sistemas de cultivos.

Con respecto al factor tierra, el comportamiento es muy similar a los índices anteriores. Los mayores valores fueron obtenidos por el sistema yuca sola, los manejos M5, arado con desyerbe manual y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida son superiores a los demás en ambos sistemas de cultivo.

Por lo expuesto, los mayores índices son para el sistema de cultivo de yuca en monocultivo y los manejos más promisorios en cuanto a retribución a los factores de producción son M5, arado con desyerbe manual, y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, respectivamente.

- Retornos promedios a capital y mano de obra

Los índices de retorno promedio a capital y mano de obra tienen

Cuadro 4. Retribuciones a los factores de producción para dos sistemas de cultivo y cinco manejos de la vegetación.

SISTEMAS Y MANEJOS	Al capital efectivo ¢	Retribución al jornal familiar ¢	A la tierra ¢/ha
<u>Yuca + Frijol</u>			
M1 - Chap. + herbicida	2.88	85.71	4368.88
M2 - Chap. 50 cm + herbicida	2.68	86.71	4103.17
M3 - Arado sin control	0.07	3.43	-3812.74
M4 - Arado con control	1.38	74.29	1774.58
M5 - Arado con desyerbe	1.94	73.08	2260.30
<u>Yuca</u>			
M1 - Chap. + herbicida	3.34	104.92	5164.04
M2 - Chap. 50 cm + herbicida	5.35	185.30	9883.03
M3 - Arado sin control	2.25	126.89	4321.12
M4 - Arado con control	2.73	161.04	7511.04
M5 - Arado con desyerbe	4.21	168.30	10324.36

la finalidad de seleccionar los manejos y sistemas más promisorios. En el Cuadro 5 se muestran los índices de retorno promedios al capital y mano de obra. Se observa que para retornos al capital y a la mano de obra, el sistema yuca en monocultivo tiene valores superiores al sistema asociado.

Los manejos de no laboreo del suelo M1, chapia a ras más herbicida, y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida presentan los mayores retornos promedios al capital efectivo utilizado en el proceso de producción. El manejo M3, arado sin control obtuvo valores negativos para el sistema de yuca asociada.

En relación al retorno promedio a mano de obra, los manejos M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, y M5, arado con desyerbe manual, presentan los mayores retornos al capital utilizado en mano de obra. El retorno menor fue para manejo M3, arado sin control, que presenta retorno negativo para el sistema asociado.

#### - Análisis marginal a capital y mano de obra

Después de la selección que el índice de retorno promedio a capital y mano de obra hizo, el análisis marginal nos informará cual es el mejor manejo para los sistemas de cultivos.

En el Cuadro 6 se muestra que al pasar del manejo M1, chapia a ras más herbicida, y al M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, hubo un incremento en el ingreso neto marginal de Q4,718.99 y al pasar del M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, al M5, arado con desyerbe manual, el incremento en el ingreso marginal fue solamente Q331.35 para el sistema yuca en monocultivo.

Cuadro 5. Retornos promedios a capital y mano de obra para dos sistemas de cultivos y cinco manejos de la vegetación.

SISTEMAS Y MANEJOS	INDICES DE RETORNOS PROMEDIOS	
	A capital IN/CE	A mano de obra IN/C. Jornales
<u>Yuca + Frijol</u>		
M1 - Chap. + herbicida	1.62	1.28
M2 - Chap. 50 cm + herb.	1.51	1.30
M3 - Arado sin control	-1.15	-1.55
M4 - Arado con control	0.27	0.39
M5 - Arado con desyerbe	0.46	0.46
<u>Yuca</u>		
M1 - Chap. + herbicida	2.14	1.78
M2 - Chap. 50 cm + herbicida	4.26	3.91
M3 - Arado sin control	1.07	1.60
M4 - Arado con control	0.98	2.59
M5 - Arado con desyerbe	1.38	2.92

IN = Ingreso neto

C. Jornales = Costo de mano de obra

CE = Costo en efectivo

Cuadro 6. Análisis marginal a capital y mano de obra para dos sistemas de cultivos y manejos de la vegetación promisorios.

SISTEMAS Y MANEJOS	RETORNO MARGINAL A CAPITAL				Ingreso Marginal de capital \$
	IN ¢	CE ¢	Incremento Marginal en Ingreso Neto ¢	Incremento Marginal en Costo Efectivo ¢	
<u>YUCA + FRIJOL</u>					
M1 - Chap. + herbicida	3951.50	2438.98	265.71	1	265.71
M2 - Chap. 50 cm + herb.	3685.79	2438.98	-	-	-
<u>YUCA</u>					
M5 - Arado con desyerbe	9818.42	3559.94	331.35	1331.98	25
M2 - Chap. 50 cm + herb.	9487.07	2227.96	4718.99	1	4718.99
M1 - Chap. + herb.	4768.08	2227.96	-	-	-

IN = Ingreso Neto

CE = Costos Efectivos

El ingreso marginal del capital en el primer caso, fue de 4718% mientras que para adoptar el manejo M5, arado con desyerbe, fue apenas 25%. Los agricultores, generalmente, no querrán hacer una inversión a menos que el aumento en el ingreso marginal sea de por lo menos 40% sobre el sistema de cultivos (5).

Para el sistema yuca asociada con frijol, al pasar del manejo M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, a M1, chapia a ras más herbicida, el incremento del ingreso marginal del capital fue 265%, bastante aceptable por los agricultores.

## 6. DISCUSION

### Análisis de beneficios y costos

El Cuadro 2 muestra los sistemas de cultivo y manejos de la vegetación más rentables.

Para el productor que pretende maximizar el Ingreso Neto, o sea el ingreso libre de todos los costos de producción, la mejor alternativa será el sistema yuca en monocultivo con la práctica de laboreo convencional del suelo.

Sin embargo para el productor que no dispone de capital necesario para invertir en la mecanización del suelo, la mejor alternativa es el manejo M2, chapia a 50 cm más herbicida, debido a un ingreso neto de \$9487.00 por hectárea.

El manejo M3, arado sin control, con el sistema yuca asociada con frijol presentó valores negativos para Ingreso Neto, debido a la baja

producción de raíces comerciables que no generó suficiente ingreso para cubrir los costos de producción.

Para un agricultor semi-comercial con suficiente mano de obra familiar disponible durante el año y alguna capacidad de endeudamiento, el manejo M5, arado con desyerbe manual, es la mejor opción, porque resultó el mayor ingreso neto familiar. Sin embargo, si este agricultor no tiene acceso al crédito agrícola o capacidad de endeudamiento, la alternativa del manejo M2, chapia a 50 cm más herbicida, es la opción indicada, ya que además del mayor ingreso neto, controla las malezas eficientemente.

#### Análisis de sensibilidad a los ingresos y costos

Observando solo el análisis de rentabilidad, los productores escogerían el sistema de cultivos y el manejo de la vegetación que maximice los ingresos netos. En el caso de los agricultores con mano de obra familiar disponible, se escogerían los que maximizan el ingreso neto familiar. Sin embargo, la investigación agrícola al formular una recomendación, también debe basarse en la sensibilidad de las recomendaciones en estudio. Esto es la medida en que las recomendaciones agronómicas soportarán una disminución en los ingresos, debido a un aumento en los costos o por disminución en los ingresos.

El sistema yuca en monocultivo es menos sensible que el sistema asociado, soporta más cambio de disminución en los ingresos y de aumento en los costos.

El manejo M5, arado con desyerbe, en el sistema yuca sola que soporta el mayor cambio, hasta 68% de disminución en ingresos o 138% de aumento



en los costos totales, para que el productor salga a la par, sin ganancias y sin pérdidas, luego menos riesgo para el productor.

El manejo M2, chapia a 50 cm más herbicida es también menos sensible a cambios, puesto que soporta un aumento de costo total de 195% o una disminución de 66% en los ingresos o por disminución del precio del producto sin perder el agricultor. Mientras el manejo M3, arado sin control, en el sistema yuca asociada muestra que es necesario un aumento de los ingresos en 178% o una disminución de 64% en los costos actualmente para que el productor no sufra pérdidas, aunque no obtenga ganancias.

#### Retribuciones a los factores de producción

Estos índices de retribución a los factores de producción juegan un papel importante en la toma de decisiones de los agricultores, debido a las situaciones específicas tan variadas de cada uno de ellos. En general, se puede decir que la práctica que da el mayor retorno al factor limitante y que aproveche el recurso más abundante, es la práctica que tiene mayor ventaja para un agricultor. El análisis de retribución al factor limitante permite una flexibilidad para recomendar alternativas más apropiadas a situaciones específicas, y así evita la gran falla de recomendar una sola alternativa para casos muy diferentes.

Cuando el factor limitante es capital, y se pretende maximizar el retorno a los gastos en efectivo, el sistema yuca en monocultivo con el manejo M2, chapia a 50 cm más herbicida, es la mejor opción. Puesto que por cada colón invertido en gastos en efectivo, hay un retorno de ₡5.35. Esto significa que el capital en efectivo adquirido a una tasa de 9.0% al

año ofrece una retribución de aproximadamente 500%. La retribución sería de 400% para el manejo M5, arado con desyerbe en el sistema yuca sola, Cuadro 4.

Si la mano de obra es el factor limitante para el productor, el sistema yuca en monocultivo con los manejos M2, chapia a 50 cm más herbicida y M5, arado con desyerbe, ofrecen los más altos retornos por jornal; equivalente a  $\text{Q}185.30$  y  $\text{Q}168.30$ , respectivamente. Estos valores son aproximadamente seis y cinco veces superiores al costo de oportunidad de la mano de obra.

Si el productor busca maximizar el retorno del factor tierra, el sistema yuca sola con los manejos M5, arado con desyerbe, y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, son las mejores opciones con retornos equivalentes a  $\text{Q}10.324.00$  y  $\text{Q}9.883.00$  por hectárea, respectivamente. Si el costo de oportunidad es de  $\text{Q}200.00$  por hectárea, las alternativas propuestas son 51 y 49 veces superiores, Cuadro 4.

#### Análisis marginal a capital y a mano de obra

Para la selección del sistema de cultivo y de los manejos de la vegetación más promisorios por los índices de retorno promedio a capital y mano de obra, es necesario un análisis marginal que revela la manera en que los ingresos netos de la inversión aumentan a medida que la cantidad invertida crece. Se observa en el Cuadro 4 que el sistema yuca en monocultivo con los manejos M2, chapia a 50 cm más herbicida, y M5, arado con desyerbe, son los que alcanzaron los mejores índices de retorno al capital y mano de obra. Sin embargo, al adoptar el manejo M5, arado con desyerbe, en vez de la alternativa de manejo M2, chapia a 50 cm más herbicida, hubo un

Incremento de Q331.00 por hectárea en los ingresos y un aumento de Q1331.00 en los costos en efectivo correspondiente a la mecanización. Generalmente el agricultor no querrá hacer esta inversión puesto que la tasa marginal de retorno fue 25%. Según Perrin et al (5) el agricultor no querrá hacer una inversión a menos que la tasa de retorno sea de por lo menos 40% por ciclo del sistema de cultivos.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones de este experimento, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las mayores ganancias con el sistema de yuca en monocultivo, con los manejos tradicionales del suelo. Sin embargo, para los productores sin capital necesario y sin capacidad de endeudamiento, la mejor alternativa es el manejo M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida.
- El sistema yuca en monocultivo con los manejos M5, arado con desyerbe, y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, son los menos sensibles a los aumentos de los costos de producción o a disminución de ingresos.
- Con relación a los factores de producción - capital, mano de obra, y tierra - las mejores opciones para el productor de acuerdo con su situación específica es el sistema yuca en monocultivo con los manejos M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, y M5, arado con desyerbe, que dieron una mayor retribución que el costo de oportunidad.
- El análisis marginal a capital y mano de obra muestra que la mejor opción es el sistema yuca en monocultivo con el manejo M2, chapia a 50 cm

de altura más herbicida, puesto que se presenta una mayor tasa marginal de retorno.

- La peor alternativa en todos los aspectos biológicos y económicos estudiados es el sistema yuca asociada con frijol con el manejo M3, arado sin control.

#### 8. LITERATURA CITADA

1. AVILA, M. Economía de la empresa agropecuaria. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1978. 19 p.
2. GASTAL, E. ed. Análisis de los datos de la investigación en ganadería. Montevideo, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Sur, 1971. 570 p.
3. LOCATELLI, E. y SHENK, M. Manejo de la vegetación previo a la siembra con énfasis en laboreo mínimo en áreas de pequeños agricultores en Costa Rica y sus aspectos socio-económicos. In Congreso Asociación Latinoamericana de Malezas, 4a., Cali, Colombia, 1978. pp. 6-8.
4. MURCIA, H.H. Guía para la administración y planeación de empresas agropecuarias. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea N° 112. 1974. 113 p.
5. PERRIN, R.K. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Folleto de información N° 27, 1976. 54 p.
6. SHENK, M., JOHNSTON, T.D. y LOCATELLI, E. Evaluaciones económicas 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. v. 3. pp. M 51/1-1.
7. ZAFFARONI, E. et al. Análisis económico de sistemas de producción agrícola con énfasis en alternativas de laboreo y no laboreo. In Reunión Anual del PCCMCA, 24a., San Salvador, 1978. Memoria. San Salvador, CENTA, 1978. v. 3. pp. M 52/1-1.

Cuadro 2A. Coeficientes técnicos para las distintas labores.

Labor	Coeficiente	
Chapia a ras	14 jornales/ha	
Chapia a 50 cm de altura	5.3 jornales/ha	
Arado*	6 horas/ha	
Rastreado*	3 horas/ha	
Aplicación de herbicida	2 jornales/ha	
SIEMBRA	YUCA	FRIJOL
Chapia a ras	8 jornales/ha	9 jornales/ha
Arado	6 jornales/ha	9 jornales/ha
Chapia a 50 cm de altura	9 jornales/ha	10 jornales/ha
Aplicación de abono	4 jornales/ha	
Aplicación de insecticida	2 jornales/ha	
Deshierba	20 jornales/ha	
Cosecha	-	9 jornales/ha**
Arado con control	18 jornales/ha	
Arado sin control	12 jornales/ha	
Chapia a ras	16 jornales/ha	
Chapia a 50 cm de altura	16 jornales/ha	

1 jornal = Q37.76

\* 1 hora de tractor = Q100.00

\*\* Incluye paleo