

EFECTO DE LA PREPARACION DEL SUELO SOBRE LOS RENDIMIENTOS
DE LOS SISTEMAS YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) Y
YUCA ASOCIADA CON FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) 1)

Helio A. Burity*
Eduardo Zaffaroni**
Myron Shenk***
Eduardo Locatelli****

RESUMEN.

Experiencias en el campo han demostrado que uno de los componentes que consumen más energía y aumenta significativamente los costos de producción es la preparación del suelo. En el presente trabajo se estudió el efecto de cinco manejos de preparación del suelo para la siembra (tres con laboreo mecánico y dos de no laboreo), sobre los rendimientos de dos sistemas de cultivos -yuca en monocultivo y yuca asociada con frijol- y sobre la porosidad total del suelo en el ambiente radical. Las diferentes preparaciones del suelo fueron: 1) una arada y dos rastreadas; 2) una arada, dos rastreadas y posterior aplicación de herbicida; 3) una arada, dos rastreadas y posterior desyerbe manual; 4) roza a

* Investigador de la "Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária", EMBRAPA, Brasil.

Ing. Agr., Estudiante Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica.

** Ing. Agr. Estudiante Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica.

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

**** Ph. D., Sub-Director de Capacitación y Cooperación Técnica, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

1) Trabajo presentado en la X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas, Acapulco-Guerrero México. 1979.

ras más herbicida; 5) roza a altura de 50 cm más herbicida.

Los rendimientos de yuca asociada y en monocultivo fueron superiores en los tratamientos de laboreo convencional en comparación con los tratamientos de no laboreo. Los rendimientos de la yuca en monocultivo fueron significativamente superiores al obtenido en el sistema asociado. La producción del frijol fue superior para el sistema de no laboreo. La porosidad total fue incrementada en todos los manejos para la siembra; sin embargo, para los manejos de no laboreo hubo un incremento en los espacios porosos capilares, caso contrario se encontró para el laboreo convencional del suelo.

SUMMARY



Soil preparation is one of the inputs with the highest energy and cost requirements in modern agricultural production. The present work compares five soil preparation systems; three with mechanical tillage and two using zero tillage. The tillage treatments included: 1) conventional tillage without any weed control, 2) conventional tillage with two hand weedings during the life of the crop; and 3) a stale seedbed treatment. The two no tillage treatments consisted of 1) cutting the vegetation to ground level and applying glyphosate on the regrowth 15 days later, and 2) the application of glyphosate on the regrowth 15 days after cutting the vegetation 50cm above ground level. Planting was executed 15 days after applying the herbicide.

Yields of cassava when grown with beans was equal in all vegetation management systems. However, in monocrop, cassava yields were significantly superior in the plowed treatments.

Bean yields were statistically greater with the zero tillage systems. Bulk density of the soil was significantly less in the zero tillage treatments than in the tilled treatments.

INTRODUCCION

Las evidencias del desbalance entre crecimiento demográfico y producción de alimentos determina la necesidad de realizar investigación agrícola para incrementar los rendimientos, de mejorar la calidad de la cosecha, reducir los costos de producción y considerar cuales de los factores son más limitantes para los productores.

Experiencias en el campo han demostrado que los estragos causados por malezas son de igual magnitud o mayores que los ocasionados por plagas y enfermedades, y en los trópicos es raro el cultivo que no se pierde en su totalidad si las malezas no se controlan (9).

Además, una de las labores que consumen más energía es el control de malezas y la preparación del suelo para la siembra (8).

Basándose en lo antes dicho, el control de malezas y la preparación del suelo para la siembra, factores éstos que aumentan significativamente los costos de producción, asociado con las condiciones de pequeños agricultores, los cuales producen aproximadamente un 70% de la producción de alimento en el área del trópico (2), se diseñó un experimento con cinco diferentes manejos para la siembra y dos sistemas de cultivos: yuca y yuca asociada con frijol.

Los objetivos fueron: determinar alternativas de manejo para la

siembra y evaluar su influencia: -Sobre los rendimientos de los cultivos y características físicas del suelo. -Comparar económicamente las distintas alternativas de los manejos estudiados.

REVISION DE LITERATURA

Varios autores (15, 19, 22) indican que la técnica de no laboreo es superior al laboreo convencional debido a las ventajas económicas, más tierras aptas para cultivos, aumenta el rendimiento del hombre, mejora el nivel de materia orgánica, reduce los daños del suelo por compactación y otras ventajas.

Lal (18), Bennet (3) y Blevins (4) encontraron que el contenido de humedad del suelo fue superior con el sistema de no laboreo en comparación con el laboreo convencional hasta una profundidad de 40 cm durante la estación de crecimiento.

Jones *et al* (16) encontró en seis años de trabajo en suelo arcilloso, que el porcentaje de humedad en el suelo, durante la estación de crecimiento de maíz, fue superior con la práctica de no laboreo, debido a la vegetación muerta, menor evaporación y escorrentía del agua.

Lal (18) encontró que la densidad aparente en las parcelas no labradas era mayor que en las parcelas labradas recientemente, sin embargo, en poco tiempo estos valores se aproximaban. Hardy (13) concluye que en general, para los suelos agrícolas, puede aceptarse provisionalmente un valor crítico de densidad aparente de 1,5 gr/cc, como límite para fácil penetración de las raíces.

Otros investigadores, (5) encontraron después de cinco años de continuos trabajos con maíz que la densidad aparente en las parcelas de no laboreo no fue diferente estadísticamente en comparación con las parcelas con laboreo convencional, en suelos arcillo-humoso aluvial.

Boone (6) y Pidgeon (20) encontraron una reducción en el espacio poroso en las parcelas con no laboreo, como consecuencia el contenido de aire decrece y aumenta el contenido de agua que ocupa un alto volumen poroso, que posiblemente una mayor compactación.

Trabajos realizados por el CATIE (7), los rendimientos de maíz son equivalentes en las parcelas laboreadas en comparación con no laboreo. Tafur (21) encontró que los componentes de rendimientos - la producción de yuca fueron significativamente equivalentes para los métodos de no laboreo y laboreo del suelo tradicional.

Kupers y Ellen (17), encontraron que la remolacha azucarera tuvo producción de materia seca total y la distribución de materia en las partes de las plantas menores con la práctica de no laboreo en relación con el laboreo convencional.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el área correspondiente al Programa de Bovinos y Especies Menores del CATIE, en donde predominaron malezas perennes, principalmente *Paspalum fasciculatum* y *Panicum maximum*.

Los suelos son clasificados como Serie Instituto Arcilloso, fase pedregoso. Son suelos aluviales, de topografía plana o ligeramente

ondulada y drenaje moderado a imperfecto. Presenta textura arcillosa, ligeramente compacta y susceptible a encharcamiento. Químicamente son de fertilidad mediana a baja, con pH bastante ácido, alto contenido de materia orgánica y nitrógeno y bajo contenido nutricional.

Se utilizaron estacas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) de aproximadamente 20 cm de la variedad 'Valencia' y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad achaparrada Turrialba "4". En el Cuadro 1, se presenta la densidad y espaciamento de los sistemas de cultivos (yuca en monocultivo y yuca asociada con frijol) a cada uno de los cuales se les sometió a los cinco manejos para la siembra que se describen más adelante.

Cuadro 1. Sistemas, densidad y distancia de siembra.

Sistemas	Código	Densidad	Distribución (m)	
			entre hilera	en la hilera
Yuca + Frijol	S1	16.666 (Y)	1.00	0.60
		100.000 (F)	0.50	0.20
Yuca sola	S2	16.666	1.00	0.60

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.

A continuación se presentan los cinco manejos a que se sometieron los sistemas de cultivos:

Manejos para siembra

Código

1. Chapia a ras más herbicida

M1

Chapia a ras, o sea, corte de vegetación a la altura del suelo y 20 días después una aplicación de glifosato al rebrote en dosis y equivalentes a 1,5 kg equivalente ácido/ha en 300 litros de agua y se sembró 10 días después.

2. Chapia aproximadamente 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 1.5 equivalente ácido /ha en 300 litros de agua/ha y siembra 10 días después.

3. Arado sin control

M3

Preparación tradicional del suelo con arado de discos después de 8 a 10 días una pasada de una rastra excéntrica y 15 días después se realizó otra rastreada seguida de inmediato por la siembra.

4. Arado con control

M4

Preparación del suelo tradicional, igual al tratamiento anterior con arado de disco seguido por una rastreada 8-10 días después. Aplicación del 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

M5

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

Nota: Con estos cinco manejos para la siembra fueron combinados dos sistemas de producción, o sea, cinco tratamientos con yuca y cinco tratamientos con yuca asociada con frijol.

Aplicación de Fertilizantes

La aplicación de fertilizantes se llevó a cabo en dos fechas. La primera fertilización se realizó por ocasión de la siembra y la segunda 30 a 35 días después del plantío. Por instrucciones del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, se usaron 10 kg de N, 30 kg de P_2O_5 y 10 kg de K_2O en la primera fertilización, y 30 kg de N, 10 kg de P_2O_5 y 10 kg de K_2O en la segunda fertilización.

Características Físicas del Suelo

- Densidad aparente y de partículas

Esta determinación se hizo utilizando el cilindro metálico de volumen conocido para obtener la muestra de suelo no alterado; se empleó la técnica indicada por Forsythe (11).

La densidad de partículas o densidad de sólidos, se determinó por la relación que existe entre la masa de las partículas del suelo y el volumen de líquido desplazado que es igual al volumen de partículas; se empleó el método del kerosene, indicado por Hardy y Bazán (1).

$$D_p = \frac{M_{ss}}{V_{ss}}$$

donde:

M_{ss} = masa del suelo seco (g)

V_{ss} = volumen del suelo secado al horno (g)

D_p = densidad de partículas (g/ml)

- Porosidad total

Con los datos de la densidad aparente y densidad de partículas se calculó la porosidad total siguiendo la técnica citada por Forsythe (11) mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Porosidad total} = (D_s - D_a) / D_s \times 100$$

donde:

E = porosidad total

D_s = Densidad de partículas o densidad de sólidos

D_a = Densidad aparente

Para obtener el porcentaje de Espacio poroso no capilar, se utilizó la fórmula (1):

$$\text{EPNOC \%} = \text{EPT} - \text{EPC}$$

Donde:

EPT = porosidad total %

EPC = espacio poroso capilar %

- Humedad gravimétrica

El porcentaje de humedad se determinó de acuerdo con la técnica de Bazán (1), a partir de muestra de suelo fresco, sometidos a secado en horno durante 24 horas, a 105 o 110°C.

$$\% \text{ Humedad Gravimétrica} = \frac{M(\text{suelo fresco}) - M(\text{suelo seco})}{M(\text{suelo seco})} \times 100$$

Rcolección de la Información por Cultivos

- Yuca

- Biomasa comestible

Para tal determinación se tomaron las raíces de cinco plantas y se pesó en fresco; luego se pesó una alicuota de estas mismas raíces, se secó en estufa a 70°C hasta peso constante y determinó su contenido de materia seca, que es la biomasa comestible.

- Número de raíces reservantes y comerciáveis por planta

El número de raíces reservantes por planta, se tomó en cada una de las 18 plantas del área útil por parcela y se expresó por planta. Después del número de raíces reservantes por planta, se separó las raíces comerciales y se expresó en manera idéntica.

La clasificación de la raíz como comercial tuvo los patrones siguientes: largo mayor de 12 cm y diámetro en la parte más gruesa mayor que 3 cm. Criterios de calidad del mercado detallista de Turrialba. X

- Frijol
- Rendimiento de grano

La producción de grano se obtuvo a partir de la producción de todas las plantas de la parcela útil. Una muestra de grano fue pesada y secada a estufa a 70°C hasta peso constante para determinar la humedad del grano al momento de la cosecha. Para uniformizar la productividad a 13%.

Comparación entre los sistemas

Evaluaciones económicas

- Análisis de beneficios y costos

Los dos sistemas de cultivos y los manejos para la siembra fueron evaluados a través de un análisis de beneficio (ventajas) y costo (desventajas). Las variables a considerar en hectárea para el análisis de beneficio y costo fueron:

Costos de Producción (CP): Se emplearon los precios de recursos e insumos en la época de que se realizó el experimento, precios vigentes en el comercio mayorista de Turrialba. 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): Por gastos de maquinaria contratada y materiales, o sea los gastos en efectivo para maquinaria y materiales, suponiendo que la mano de obra fue de la propia familia.

Costos Fijos (CF): Los gastos por interés sobre préstamos del gasto en efectivo, calculados al 9,0% al año, costo de oportunidad de la tierra e interés sobre esta renta 6% al año y la 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.

Margen Bruto (MB): = $IT - CV$

IT = Ingreso Total

CV = Costos Variables

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

Margen Bruto Familiar (MBF) = $IT - CE$

IT = Ingreso Total

CE = Costos Efectivos

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.

Ingreso Neto Familiar = $MBF - CF$

MBF = Margen Bruto Familiar

CF = Costos Fijos

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.

RESULTADOS

Análisis Físico del Suelo

El análisis de variancia de los resultados iniciales del análisis físico del suelo, no se detectó diferencia estadística entre las parcelas involucradas en este experimento. Mientras el análisis de variancia para la diferencia entre resultados iniciales y finales que presenta en seguida:

En el Cuadro 2 se presentan los promedios de la diferencia entre la densidad aparente inicial y final, se observa que los resultados son equivalentes, hubo una disminución para los manejos de no laboreo y de laboreo tradicional del suelo, excepto para el M3 (Arado sin Control), en el cual la densidad se incrementó en 0,073 gr/cc.

En el Cuadro 1A, se muestran los cuadrados medios y su significancia.

El análisis de variancia no detectó diferencia significativa para la diferencia entre porosidad total inicial y final. En el Cuadro 2 se muestran los promedios de incremento de la porosidad, total, se observa que hubo un incremento de la porosidad total en todos los manejos para la siembra; sin embargo, los mayores incrementos los obtuvieron

Cuadro 2. Promedio de aumento o disminución de densidad aparente, porosidad total, porosidad aparente, porosidad total, espacio poroso capilar, y no capilar, porcentaje de humedad gravimétrica y prueba DMS 1/

Manejos	Aumento o disminución						% Humedad Gravimétrica	
	Densidad aparente gr/cc	% de porosidad total	% espacio poroso capilar	% espacio poroso no capilar	% espacio poroso no capilar	1º Muestreo*	2º Muestreo*	
							1º Muestreo*	2º Muestreo*
M1 - Chap. + herb.	- 0.036	2.924	4.813	-1.015	45.59	62.29		
M2 - Chao. 50 cm + herb.	- 0.001	1.670	2.731	-0.841	54.42	68.81		
M3 - Arado sin control	+ 0.073	5.671	0.921	4.146	33.59	59.39		
M4 - Arado con control	- 0.077	3.743	0.753	4.116	36.19	61.50		
M5 - Arado con desverbe	- 0.002	6.039	-2.774	6.820	40.19	57.22		
1/ DMS al 5%	0.181	3.942	3.175	5.207	4.028	3.629		

* Fecha: 1º Muestreo = 03/02/1978

2º Muestreo = 19/11/1978

los manejos convencionales del suelo.

El análisis de variancia, para el porcentaje de espacio poroso capilar y espacio poroso no capilar detectó diferencia significativa para ambos casos.

En el Cuadro 2 se presentan los promedios para ambas características; se observa que los espacios porosos capilares fueron incrementados significativamente para los manejos de no laboreo del suelo, mientras que el aumento fue de magnitud poco relevante para los manejos M3 (Arado sin Control) y M4 (Arado con control). El manejo M5 (Arado con Desyerbe) hubo una disminución de los espacios porosos capilares.

Los espacios porosos no capilares fueron incrementados para los manejos mecánicos del suelo, mientras que con la práctica de no laboreo los espacios porosos no capilares sufrieron reducción.

Los análisis de porcentaje de humedad gravimétrica detectaron diferencia estadística significativa para los dos muestreos realizados durante el período experimental.

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de porcentaje de Humedad Gravimétrica, se observa que los manejos de no laboreo tuvieron un mayor promedio en ambos muestreos, principalmente en relación al primer muestreo en comparación al laboreo convencional del suelo.

Yuca:

En el Cuadro 3 se muestran los promedios de la biomasa comestible de yuca, se observa que el sistema yuca en monocultivo alcanzó mayor promedio en comparación con el sistema asociado y la diferencia es altamente significativa. Los manejos tradicionales del suelo alcanzaron

Cuadro 3. Promedio de la biomasa comestible, número de raíces por planta, porcentaje de raíces comerciales, rendimiento total de raíces y producción de biomasa total.

SISTEMAS Y MANEJOS	Biomasa comestible, ton/ha	No. de raíces reservantes por planta	% de raíces comerciales por parcela	Rendimiento total de raíces ton/ha	Producción de biomasa total ton/ha
<u>Yuca + Frijol</u>					
M1 - Chap. + herb.	11.5	5.8	29.7	18.1	24.2
M2 - Chap. a 50 cm + herb.	12.9	6.1	33.1	15.9	27.8
M3 - Arado sin control	9.4	4.1	19.8	13.8	22.1
M4 - Arado con control	12.7	4.3	35.6	20.0	24.3
M5 - Arado con desyerbe	11.3	4.6	25.6	21.9	24.0
<u>Yuca</u>					
M1 - Chap. + herb.	18.6	8.6	28.1	32.0	32.2
M2 - Chap. a 50 cm + herb.	20.6	8.4	37.4	34.9	34.3
M3 - Arado sin control	19.1	8.2	28.6	31.7	33.3
M4 - Arado con control	24.8	9.7	42.8	41.1	40.8
M5 - Arado con desyerbe	22.2	9.9	31.0	43.3	40.3
DMS systems 5%	1.606	0.754	6.406	3.316	2.789
DMS manejos 5%	2.539	1.192	10.129	5.243	4.409

los mayores rendimientos de biomasa comestible en relación con los manejos de no laboreo del suelo.

Para el porcentaje de raíces comerciábiles, el análisis de variancia detectó diferencia significativa entre los sistemas de cultivos y su efecto combinado con los manejos para la siembra. El Cuadro 3 presenta los promedios de raíces comerciábiles, se observa que el sistema yuca sola obtuvo mayor rendimiento de raíces comerciábiles que el sistema asociado con frijol. Los manejos para la siembra M4, arado con control, y M2, chapia a 50 cm de altura más herbicida, obtuvieron los mejores promedios en ambos sistemas de cultivos, mientras que M3, arado sin control, obtuvo el menor promedio, Cuadro 3.

El análisis estadístico detectó diferencia significativa entre los sistemas de cultivos y sus interacciones con los manejos estudiados, mientras no hubo diferencia estadística entre los manejos para número de raíces reservantes por planta. En el Cuadro 3 se muestran los promedios de número de raíces por planta; el sistema yuca en monocultivo alcanzó el mayor promedio, con diferencias altamente significativas en comparación con el sistema yuca asociada. Se observa que los manejos de no laboreo del suelo obtuvieron promedios inferiores al manejo tradicional del suelo para el sistema yuca en monocultivo; sin embargo, obtuvieron promedios superiores la práctica de no laboreo con sistema yuca asociada con frijol.

El análisis de variancia para el rendimiento total de raíces detectó diferencia altamente significativa entre los sistemas de cultivos y los manejos para la siembra. Los promedios de producción de raíces totales se presentan en el Cuadro 3; se observa que los rendimientos son

superiores para el sistema yuca en monocultivo en comparación con el sistema asociado con frijol. Los manejos tradicionales para la siembra obtuvieron mayores promedios en comparaciones con no laboreo del suelo.

Frijol

En relación al rendimiento en granos del frijol asociado con yuca, se observa que los rendimientos obtenidos con los manejos de no laboreo del suelo fueron superiores a práctica de laboreo convencional, Cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimiento de granos de frijol (kg/ha), valores promedios por manejo para la siembra con prueba DMS*

Manejos	Rendimiento de granos
M1 - Chap. a ras + herbicida	774,4
M2 - Chap. 50 cm altura + herbicida	690,4
M3 - Arado sin control	499,2
M4 - Arado con control	622,9
M5 - Arado con desyerbe	614,7

*DMS al 5% 142,97

Comparación entre los Sistemas de Cultivos

Las comparaciones entre los sistemas de cultivos fueron hechas de

Cuadro 5.- Costos variables, costos fijos, costos en efectivo, costo de producción y número de jornales por hectárea para dos sistemas de cultivos (yuca sola y yuca asociada con frijol), y cinco manejos para la siembra. (Colonos 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
A. Mano de Obra											
Dic. '77	Chapía a ras	528.64	-	528.64	528.64	528.64	528.64	-	528.64	528.64	528.64
Dic. '77	Chapía 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	Chapía 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	453.12	679.68	679.68	604.16	604.16	453.12	679.68	679.68
B. Mecanización 1/ 2/											
Dic. '77	Arado	-	-	1200.0	1200.0	1200.0	-	-	1200.0	1200.0	1200.0
Dic. '77	Rastroado	-	-	600.0	600.0	600.0	-	-	600.0	600.0	600.0
C. Materiales											
Dic. '77	Semillero	72.60	72.60	72.60	72.60	72.60	-	-	-	-	-
Dic. '77	Herbicida 3/	578.00	578.00	-	578.00	-	578.0	578.0	-	578.0	-
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 5. Costos variables, costos fijos, costos en efectivo (Cont.)...

Épocas	S I S T E M A S														
	Labor	YUCA + FRIJOL					Y U C A					M3	M4	M5	
		M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5				
D. Otros Costos															
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	293.94	183.96	183.96	293.94	345.96	293.94	293.94
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	4724.96	4471.97	5644.88	4471.97	4471.97	5644.88	6324.96	6626.64	6626.64
Costos Fijos	417.38	417.38	527.36	579.38	527.36	395.96	395.96	395.96	505.94	395.96	395.96	505.94	557.96	505.94	505.94
Costos en efectivo	2438.98	2438.98	3770.96	4400.98	3770.96	2227.96	2227.96	2227.96	3559.94	2227.96	2227.96	3559.94	4189.96	3559.94	3559.94
Costo de producción	5751.30	5498.31	6781.20	7713.30	7762.96	5120.92	5120.92	4867.93	6150.82	4867.93	4867.93	6150.82	7082.92	7132.58	7132.58
Número de jornales	82	75.30	74	82	100	71	71	64.30	63	64.30	64.30	63	71	71	89

1/ Se supuso que el productor lo arrienda.

2/ Se realizaron dos aradas y dos rastreadas.

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

4/ Abono 1a. 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 2.5% en la siembra y una aplicación de Sevin al frijol contra vequilla, *Diabrotica* sp., trampa con GTHO "ig" 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

acuerdo con la biomasa total y los análisis de beneficios y costos.

La producción de biomasa total se presenta en el Cuadro 3, los resultados muestran que el sistema yuca en monocultivo obtuvieron los mejores promedios en relación al sistema asociado con frijol; el manejo M5 - arado con desyerbe manual y M4 - arado con control tuvieron los mayores promedios mientras que el menor promedio lo presentó el manejo M1 - chapia a ras más herbicida para el sistema yuca asociada.

Para el sistema yuca asociada con frijol, los promedios fueron equivalentes en todos los manejos estudiados.

Con objeto de conocer la variabilidad en la rentabilidad, para las condiciones del mercado de Turrialba, Costa Rica, se elaboraron varios cuadros utilizando los precios vigentes de jornales y productos. En el Cuadro 5, 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 y del frijol.

En relación a los manejos para la siembra, los costos son mayores para los manejos M4 - arado con control y M5 - arado con desyerbe en ambos sistemas de cultivos estudiados, mientras que los menores son para los manejos de no laboreo del suelo. Como era de esperar, los manejos de no laboreo obtuvieron las mayores cantidades de mano de obra necesaria, sin embargo, esta diferencia no es relevante.

En el Cuadro 6 se muestra la rentabilidad de los sistemas de cultivos y manejos para la siembra: el Margen Bruto y el Ingreso Neto para los manejos M5 - arado con desyerbe manual y M2 - chapia a 50 cm de altura más herbicidas para el sistema yuca en monocultivo, puesto que los manejos para el sistema asociado son equivalentes.

Se observa que la influencia de la mano de obra familiar es considerable para ambos sistemas de cultivos, puesto que los valores más altos para Margen Bruto Familiar e Ingreso Neto Familiar en comparación al obtenido por Ingreso Neto y Margen Bruto.

DISCUSION

Propiedades Físicas y Porcentaje de Humedad

Por los análisis de los resultados de las propiedades físicas del suelo se comprobó que los efectos de compactación del suelo son más evidentes para la práctica de laboreo mecánico en comparación con no laboreo del suelo. Resultados similares fueron encontrados por varios investigadores (15, 19, 22).

El contenido de humedad fue superior en las parcelas de no laboreo que en las parcelas con laboreo, debido a la cobertura del suelo por los residuos vegetales, menor evaporación y mayor infiltración del agua en el perfil. Lal (18), Bennet (3) y Blevins (4) encontraron resultados idénticos.

Características Biológicas por Cultivo

Yuca

Los valores de número de raíces reservantes por planta oscilaron entre 4,1 y 5,8 para los sistemas asociado, entre 8,2 y 9,9 para el sistema de yuca en monocultivo; son muy parecidos a los otros trabajos realizados con la misma variedad (10) y (14) de 3,4 a 7,1 para plantas

sin asociar. Para los manejos para la siembra se observa que en el sistema asociado, la práctica de no laboreo, las plantas obtuvieron los mayores promedios; sin embargo, en el sistema sin asociar fueron equivalentes; la diferencia puede deberse probablemente al mejor ambiente radical con la práctica de no laboreo.

El porcentaje de raíces comerciales fue mayor para el sistema yuca en monocultivo, resultados idénticos encontró (10). Sin embargo, los porcentajes fueron inferiores al encontrado por Dos Santos (10), pero esto es lógico debido a mayor densidad de plantas sembradas en este experimento.

Los rendimientos totales de raíces fueron superiores para el sistema en monocultivo en comparación al sistema asociado, resultados idénticos encontró Gallegos (12). Entre los manejos para la siembra, la práctica convencional de laboreo tuvieron rendimientos superiores y la diferencia fue significativa. Kupers y Ellen (17) encontraron resultados similares en trabajos con remolacha azucarera. La biomasa comestible presentó resultados idénticos al rendimiento de raíces totales. Esto demuestra que la preparación del suelo acondiciona un ambiente para un mejor desarrollo de las raíces de reserva.

El rendimiento de frijol fue superior en la práctica de no laboreo; esto probablemente debido al mayor contenido de humedad, durante el período vegetativo del frijol. La comparación entre los sistemas de cultivos, la biomasa total en el sistema yuca sola fue superior en todos los manejos para siembra en relación al sistema yuca asociada con frijol, resultados parecidos encontró Gallegos (12).

Consideraciones Económicas

Observando el Cuadro 5, el productor pretende maximizar el Ingreso Neto, o sea el ingreso libre de todos los costos de producción, tener la mejor alternativa con el sistema yuca en monocultivo y con la práctica de laboreo. Sin embargo, el productor no dispone de capital necesario para la mecanización del suelo el manejo M2 - Chapia a 50 cm más herbicida es una mejor opción.

Se supone que un agricultor semi-comercial cuenta con suficiente mano de obra familiar disponible durante el año, y alguna capacidad de endeudamiento el M5 - arado con desyerbe manual es la mejor opción; sin embargo, este agricultor no tiene capacidad de endeudamiento la opción del M2 - Chapia a 50 cm más herbicida es la mejor.

CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se realizó este experimento, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La práctica del laboreo tradicional del suelo tiende a compactar el suelo, con el incremento de los espacios porosos no capilares.

- Cuando las plantas de yuca están sin asociar, dan rendimientos de raíces totales, porcentaje de raíces comerciales y número de raíces totales superiores al de las plantas asociadas. Los mejores manejos para la siembra de la yuca son los convencionales.

- El frijol con los manejos de no laboreo tuvo los mayores rendimientos al comparar con los manejos convencionales.

- Desde el punto de vista económico se obtuvieron las mayores ganancias con el sistema yuca en monocultivo, con los manejos tradicionales del suelo; sin embargo, para productores sin capital necesario y sin capacidad de endeudamiento, la mejor alternativa es el manejo M2 - Chapía a 50 cm de altura más herbicida. La peor alternativa en todos los aspectos biológicos y económicos estudiados es el sistema asociado con manejo M3 - arado sin control.

Cuadro 6. Análisis económico para dos sistemas de cultivos y cinco manejos para la siembra.

Sistemas y manejos		Rendimiento total ton/ha	Rendimiento comercial ton/ha	Rendimiento de granos kg/ha	Ingreso total \$	Margen bruto \$	Ingreso neto \$	Margen bruto familiar* \$	Ingreso neto familiar \$
Yuca + Frijol									
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-Ar. sin control	13.83	2.74	499.2	2441.10	-3812.74	-4340.10	781.50	254.14	
M4-Ar. con control	20.04	5.33	622.8	8908.50	1774.58	1195.20	6670.90	6091.52	
M5-Ar. con desyerbe	21.87	5.90	614.7	9495.90	2260.30	1732.94	7836.30	7308.94	
Yuca									
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-Ar. sin control	31.67	9.06	--	9965.0	4321.12	3815.18	8500.0	7994.06	
M4-Ar. con control	41.15	12.76	--	14036.0	7511.04	6953.08	11992.0	11434.04	
M5-Ar. con desyerbe	43.29	15.41	--	16951.0	10324.36	9818.42	15485.0	14979.06	

* Supuso que la mano de obra es familiar

Frecios Yuca - \$ 1.10 por kg
Frijol - \$4.89 por kg

LITERATURA CITADA

1. BAZAN, R. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Curso de suelos tropicales; determinación de la densidad de partículas, densidad aparente, porosidad total y espacio aéreo del suelo. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 8 p.
2. _____. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. In Manejo de suelos en la América Tropical. Eds. E. Bornemisza y A. Alvarado. Raleigh, N.C. University. Consortium of Soils of the Tropics, 1974. pp. 234-252.
3. BENNET, O.L. Conservation tillage in the Northeast. Jour. of Soil and Water Conservation 32(1):9-13. 1977.
4. BLEVINS, R.L. *et al.* Influence of no-tillage on soil moisture. Agronomy Journal 63:593-596. 1971.
5. _____, THOMAS, G.W. and CORNELIUS, P.L. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after five years of continuous corn. Agronomy Journal 69:383-386. 1977.
6. BOONE, F.R. *et al.* Some influences of zero-tillage on the structure and stability of a fine-textured river levee soil. Netherland Journal of Agric. Sci. 24:105-119. 1976.
7. BURGOS, C.F. y MENESES, R. Efecto en el suelo y en el rendimiento de maíz de tres métodos de laboreo en Guápiles, Costa Rica. In Reunión Anual del PCCMCA, 24a., San Salvador, 1978. Memoria San Salvador, CENTA, 1978. v. 2. p. M 22/1-9.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTORA TROPICAL. Informe Anual, 1976. Cali, Colombia, CIAT, 1977. B-85 p.
9. DOLL, J. Control de malezas en cultivos de clima cálido. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia, 1975. 10 p.
10. DOS SANTOS, M.A. Evaluación biológica de agrosistemas basados en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su rentabilidad económica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1979. 172 p.
11. FORSYTHE, W.M. Manual de laboratorio de físicos de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. 1975. 212 p.



12. GALLEGOS, R.R.P. Evaluación de producción agronómica y biomasa en sistemas de producción que incluyen yuca (*Manihot esculenta* Crant.) Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1976. 122 p.
13. HARDY, F. Edafología tropical. Trad. del inglés Rufo Bazán. México, D.F., Ferrero Hnos., 1978. 416 p.
14. HOLMES, E.B. and WILSON, L.A. Total dry matter production, tuber yield and yield components of six local cassava cultivars in Trinidad. In Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 4th, Cali, Colombia, CIAT, IDRC, USAID. 1977. v.s. pp. 84-88.
15. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. Research Highlights 1977. Nigeria, IITA, 1978. 10 p.
16. JONES Jr., J.N. *et al.* The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.) Agronomy Journal 60:17-20. 1968.
17. KUPERS, L.J.P. and ELLEN, J. Experience with minimum tillage and nitrogen fertilization. Netherlands Journal of Agric. Sci. 18(4):270-276. 1976.
18. LAL, R. No tillage effects on properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. Plant and Soil (Netherland) 40(2):321-331. 1974.
19. LARSON, W.E. *et al.* Problems with no-till crops. Will it work? Crops and Soils Magazine. 14-20 p. December 1970.
20. PIDGEON, J.D. and SOANE, B.D. Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long-term barley lone-culture system. Journal Agric. Sci. Cambridge 88:431-442. 1977.
21. TAFUR, H.A.V. Efecto de varios sistemas de producción agrícola sobre la resistencia mecánica de los suelos. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1977. 317 p.
22. SPAIN, J.M. Labranza mínima en suelos tropicales. Cali, Colombia, CIAT. s.f. 3 p.