

EFFECTO EN EL SUELO Y EN LOS RENDIMIENTOS DE LOS SISTEMAS

YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) Y YUCA ASOCIADA CON

FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE CINCO MANEJOS

PREVIA LA SIEMBRA EN TURRIALBA, COSTA RICA\*

5406

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



RESUMEN

Se estudió el efecto de cinco maneras de laboreo, tres con laboreo mecánico y dos no mecánico, sobre los rendimientos de dos sistemas de cultivos - yuca en monocultivo y yuca asociada con frijol - y algunas propiedades químicas y físicas del suelo en el ambiente radical. Las diferentes maneras de preparación 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 ras más herbicida; y 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 manejos de no laboreo. Los rendimientos de la yuca en monocultivo fueron significativamente

- 
- \* Trabajo presentado en la XXV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios -PCCMCA-Tegucigalpa, Honduras. 1979.
  - \*\* Investigador "Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria", EMBRAPA, Brasil.
  - \*\*\* Estudiante del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. UCR/CATIE, Turrialba, Costa Rica.
  - \*\*\*\* Especialista en Control de Malezas, Convenio IPPC/AID/CATIE, Turrialba, Costa Rica.
  - \*\*\*\*\* Sub-Director de Capacitación y Cooperación Técnica de CATIE, Turrialba, Costa Rica.

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.

Las propiedades químicas modificadas en mayor grado por los manejos para la siembra fueron: los porcentajes de nitrógeno, materia orgánica y la disponibilidad de fósforo que tuvieron un aumento superior bajo las parcelas con no laboreo, en relación al laboreo mecanizado. El incremento de la reacción del suelo -pH- fue superior en las parcelas con laboreo tradicional, comparadas con los manejos de no laboreo.

#### INTRODUCCION

Entre los cultivos alimenticios más importantes del trópico americano figuran la yuca y el frijol, los cuales son cultivados como monocultivos o asociados y con muy poca tecnología.

La yuca reviste una gran importancia ya que es uno de los cultivos tradicionales y de uso más extensivo en la América Tropical y constituyen la base de la alimentación de aproximadamente 300 millones de personas en las regiones tropicales del mundo (25).

En general, las leguminosas comestibles representan la única fuente de proteína no elaborada almacenable y transportable de alta concentración, tanto para la población rural como para la urbana. La importancia del frijol común radica en el hecho de que es un componente mayoritario de la dieta humana, constituyendo la fuente de proteína más importante en las regiones tropicales.

La crisis energética involucra a todos los países en vías de desarrollo; las labores agrícolas que consumen más energía son obviamente el control de malezas y la preparación para la siembra (5, 18).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se diseñó un experimento con el propósito de conocer el efecto de la labranza mínima como manejo para la siembra sobre los rendimientos de los cultivos y algunas propiedades físicas y químicas del suelo.

#### REVISION DE LITERATURA

Varios investigadores (16, 11, 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 (13) 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 (10) 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 (3) 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.

Bandel *et al.* (1) afirman que durante el primer año de investigación, hubo una acumulación de nitrógeno en las parcelas sin labranza, mientras que

en las parcelas con labranza hubo una pérdida.

Otros autores encontraron que la relación Carbono/Nitrógeno se mantiene y la disponibilidad de nitratos se incrementa con no laboreo del suelo (14).

Phillips y Young Jr. (20) indican que hubo un incremento de la tasa de Nitrógeno bajo no laboreo del suelo, debido a una abundante infiltración durante la escorrentía. Además, cita la nitrificación como otro factor responsable por el aumento de nitrógeno.

Unger, Wiese y Allen (24) afirman que la reducción o eliminación del laboreo no tuvo efecto consistente sobre las características físicas y químicas del suelo.

Lal (15) encontró en suelos arenosos que hubo una mayor disponibilidad de fósforo, nitrato y potasio, y el contenido de carbono orgánico y materia orgánica aumentó en los tratamientos de no laboreo.

Moschler *et al.* (19) encontraron mayor disponibilidad de N, P, K y que el contenido de Materia Orgánica, fue superior en las parcelas sin labranza a profundidad de 0-15 cm, sin embargo, a profundidades de 15-30 cm los valores son equivalentes.

Sans *et al.* (21) encontraron en los tratamientos de no laboreo... que hubo una disminución de los niveles de Ca, Mg, K y el pH, mientras que el nivel de fósforo fue incrementado en la profundidad de 10 cm.

En trabajos realizados por el CATIE (4), los rendimientos de maíz son equivalentes en las parcelas laboreadas en comparación con no laboreo. Tafur (23) encontró que los componentes de rendimientos y la producción de yuca fueron estadísticamente equivalentes para los métodos de no laboreo y laboreo del suelo tradicional.

Kupers y Ellen (12) encontraron que la remolacha azucarera tuvo producción de materia seca total y la distribución de materia en las partes de la

planta 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 espaciamiento 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.

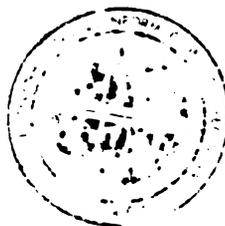
Cuadro 1. Sistemas, densidad y distancia de siembra.

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:

- | <u>MANEJOS PARA SIEMBRA</u>  | <u>CODIGO</u> |
|--|---------------|
| 1. <u>Chapia a ras más herbicida</u><br>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 equivalentes a 1,5 kg equivalente ácido/ha en 300 litros de agua y se siembra 10 días después.  | M1            |
| 2. <u>Chapia aproximadamente a 50 cm de altura más herbicida</u><br>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.   | M2            |
| 3. <u>Arado sin control</u><br>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.   | M3            |
| 4. <u>Arado con control</u><br>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. | M4            |



### 5. Arado con desyerbe

MS

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 con 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 laterado; se empleó la técnica empleada por Forsythe (8).

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 (2).

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

donde:

Mss = masa del suelo seco (g)

Vss = volumen del suelo secado al horno (g)

Dp = 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 (8) mediante la siguiente fórmula:

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

donde:

E = porosidad total

Ds = densidad de partículas o densidad de sólidos

Da = Densidad aparente

Para obtener el porcentaje de Espacio Poroso No Capilar se utilizó la fórmula:

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

donde:

EPT = porosidad total %

EPC = espacio poroso capilar %

### Características Químicas del Suelo

Se realizó un muestreo inicial y final del suelo con cuatro sub-muestras por parcela a la profundidad de 0-20 cm. Los análisis de los diversos elementos, pH, Materia Orgánica, fueron hechos de acuerdo con los procesos y soluciones extractoras descritas por Díaz-Romeu y Hunter (6), utilizados por el Laboratorio de Suelos del CATIE.

## Recolección de la Información por Cultivos

### Yuca

- Porcentaje de raíces comerciales

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

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.

- Tiempo de cosecha

Tomando en cuenta las mismas personas encargadas del arranque y recolección del material que se queda en el suelo se cronometró el tiempo del arranque y recolección del material de todas las plantas de la parcela útil.

### 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

### Energía Total

Con la biomasa total de los sistemas de cultivos con los diferentes manejos para la siembra, se calculó con la relación descrita por Lemon (17), un grano de materia seca contiene 4,0 Kcal.

## RESULTADOS

### Análisis Físico del Suelo

El análisis de variancia de los resultados iniciales del análisis físico del suelo no mostró diferencia estadística entre las parcelas involucradas en este experimento. 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.

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 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) presentó 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.

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

MANEJOS	Aumento o disminución			
	Densidad aparente gr/cc	% de porosidad total	% espacio poroso capilar	% espacio poroso no capilar
M1 - Chap. + herb.	- 0.036	2.924	4.813	-1.015
M2 - Chap. 50 cm + herb.	- 0.001	1.670	2.731	-0.841
M3 - Arado sin control	+ 0.073	5.671	0.921	4.146
M4 - Arado con control	- 0.077	3.743	0.753	4.116
M5 - Arado con desyerbe	- 0.002	6.039	-2.774	6.820
<u>1/</u> DMS al 5%	0.141	3.942	3.175	5.207

### Análisis Químico del Suelo

El análisis de variancia de los datos iniciales del análisis químico del suelo no mostró diferencia estadística entre las parcelas.

En el Cuadro 3 se presentan los promedios de la diferencia entre el porcentaje inicial y final de nitrógeno, se observa que hubo un incremento en todos los manejos estudiados, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa. Los manejos de no laboreo obtuvieron un incremento superior a los manejos tradicionales del suelo.

El análisis estadístico no detectó diferencia estadística entre el porcentaje de carbono, sin embargo el manejo M1 - Chapia más herbicida- alcanzó el mayor promedio de incremento. Cuadro 3.

Los aumentos de materia orgánica en los manejos estudiados no ofrecieron diferencia estadística; todavía los manejos de no laboreo tuvieron el mayor porcentaje de incremento, sin embargo, el M3 - Arado con control- también tuvo un incremento igual al manejo M2 -Chapia a 50 cm más herbicida.

El incremento de P fue mayor en los tratamientos con no laboreo. Por otra parte, hubo una reducción en la disponibilidad del K para todos los manejos, excepto para el M3 - Arado sin control. La disminución de la disponibilidad del K fue superior en las parcelas con laboreo tradicional en relación al no laboreo del suelo. Cuadro 3.

Cuadro 3. Promedio de aumento o disminución del porcentaje de nitrógeno, carbono, materia orgánica, pH, disponibilidad de fósforo y potasio, con prueba DMS 1/

	Aumento o Disminución					
	Nitrógeno %	Carbono %	M. Orgánica %	pH	P ppm meq/100ml	K % de suelo
M1 - Chap. + herb.	0.049	2.20	3.78	0.138	6.50	-0.039
M2 - Chap. 50 cm. + herb.	0.023	1.73	3.42	0.113	5.37	-0.055
M3 - Arado sin control	0.003	1.89	2.76	0.275	3.87	0.015
M4 - Arado con control	0.015	1.76	3.43	0.300	3.40	-0.167
M5 - Arado con desyerbe	0.021	1.67	2.89	0.425	3.65	-0.094
<u>1/ DMS al 5%</u>	<u>0.039</u>	<u>0.513</u>	<u>0.734</u>	<u>0.122</u>	<u>3.124</u>	<u>0.143</u>

### Yuca

Para el porcentaje de raíces comerciables, el análisis de variancia detectó diferencia significativa entre los sistemas de cultivos y su efecto combinado con los manejos para la siembra. El Cuadro 4 presenta los promedios de raíces comerciables. Se observa que el sistema yuca sola obtuvo mayor porcentaje de raíces comerciables que el sistema asociado con frijol. Los manejos para la siembra M4, arado con control, y M2, chapía 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.

El análisis estadístico detectó diferencia altamente significativa entre los sistemas de cultivos, manejo y sus efectos combinados, para el tiempo de cosecha. Los promedios presentados en el Cuadro 4 muestra que el sistema asociado alcanzó tiempos mayores en comparación con el sistema en monocultivo. En el sistema yuca sola los manejos de laboreo convencional obtuvieron menor tiempo de cosecha en comparaciones con la práctica de no laboreo, mientras el mayor promedio de tiempo lo alcanzó el manejo M3 - arado sin control.

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 4; se observa que los rendimientos son superiores para el sistema yuca en monocultivo en comparación con el sistema asociado con frijol. En los tratamientos de manejo tradicional se 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

... .. de raíces y energía total y prueba DHS 1/.

SISTEMAS Y MANEJOS	% raíces comerciables por parcela %	Tiempo de cosecha por parcela seg.	Rendimiento total de raíces ton/ha	Energía total Mcal/ha
<u>Yuca + Frijol</u>				
M1 - Chap. + herb.	29.7	349.5	18.1	36250.0
M2 - Chap. 50 cm + herb.	33.1	722.0	15.9	11172.0
M3 - Arado sin control	19.8	481.5	13.8	98225.0
M4 - Arado con control	35.6	426.9	20.0	97315.0
M5 - Arado con desyerbe	25.6	654.5	21.9	96127.0
<u>Yuca</u>				
M1 - Chap. + herb.	28.1	351.0	32.0	129150.0
M2 - Chap. 50 cm + herb.	37.4	299.2	34.9	137192.0
M3 - Arado sin control	28.6	535.5	31.7	133290.0
M4 - Arado con control	42.8	244.1	41.1	163092.0
M5 - Arado con desyerbe	31.0	189.0	43.3	161300.0
1/ DHS sistemas 5%	6.406	23.534	3.316	11154.02
DMS manejos 5%	10.129	37.211	5.243	17636.05

fueron superiores a práctica de laboreo convencional, Cuadro 5.

Cuadro 5. Rendimiento de granos de frijol (kg/ha), valores promedios por manejos 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

La comparación entre los dos sistemas de cultivos fue hecha de acuerdo con la producción de energía total de los sistemas y con diferentes manejos para la siembra. Se observa que como cultivo puro la yuca sobresale por la producción total de megacalorías en relación al sistema asociado.

Los manejos convencionales del suelo presentan los mayores valores energéticos que los manejos sin labranza; sin embargo, el manejo M3 - arado sin control - con el sistema asociado obtuvo la menor producción energética.

## DISCUSION

### Propiedades Físicas

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 (16, 11, 22).

### Propiedades Químicas

Los efectos de los manejos para la siembra sobre las propiedades químicas se muestran en el Cuadro 3. Se observa que hubo incremento en las características del suelo estudiadas, excepto para el potasio. Los incrementos en nitrógeno, Materia Orgánica y fósforo fueron superiores bajo el método de no laboreo. Resultados idénticos fueron encontrados por varios investigadores (1, 20, 15). La tendencia de aumento del porcentaje de nitrógeno, materia orgánica y disponibilidad de fósforo es debida a una mayor infiltración, incorporación de los residuos vegetales y poca movilidad del fósforo, respectivamente (20). La propiedad química que fue modificada en mayor grado por los manejos del suelo es pH, el incremento bajo las parcelas con laboreo tradicional fue estadísticamente superior al incremento con método de no laboreo. En el caso del potasio hubo una disminución de la disponibilidad de este elemento en todos los manejos para la siembra estudiados. Sin embargo, en mayor grado para el método del laboreo.



### Yuca

El porcentaje de raíces comerciales fue mayor para el sistema yuca en monocultivo, resultados idénticos encontró Dos Santos (7). Sin embargo, los porcentajes fueron inferiores a los encontrados por Dos Santos (7), pero esto es lógico debido a mayor densidad de plantas sembradas en este experimento.

En relación al tiempo de cosecha, se observa que en el sistema asociado fue necesario un tiempo mayor de cosecha, debido a que muchas raíces no comerciales que con ocasión de la cosecha se quedan en el suelo quebradas. Por otra parte, en relación al manejo de laboreo del suelo fue necesario menor tiempo; esto demuestra que la preparación del suelo acondiciona un ambiente que facilita la cosecha.

Los rendimientos totales de raíces fueron superiores para el sistema en monocultivo en comparación al sistema asociado, resultados idénticos encontró Gallegos (9). Entre los manejos para la siembra, la práctica convencional de laboreo tuvo rendimientos superiores y la diferencia fue significativa. Kupers y Ellen (12) encontraron resultados similares en trabajos con remolacha azucarera. El laboreo 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 y disponibilidad de elementos nutricionales durante el período vegetativo del frijol. La comparación entre los sistemas de cultivos, la energía total en el sistema yuca sola fue superior en todos los manejos para siembra en relación al sistema yuca asociada con frijol.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los propósitos establecidos y tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales fue realizado este experimento, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los rendimientos y el porcentaje de raíces comerciales fueron superiores con los laboreos convencionales a los obtenidos con la práctica de no laboreo. Cuando las plantas de yuca están sin asociar, dan rendimientos superiores a los de las plantas asociadas con frijol.
2. La práctica de laboreo del suelo acondicionó un ambiente que facilitó la cosecha de las raíces, mientras que los manejos de no laboreo presentaron una mayor dificultad en la cosecha de las raíces.
3. El frijol tuvo mayores rendimientos en los manejos con no laboreo que en los manejos convencionales.
4. La producción de energía fue superior en todos los manejos con el sistema yuca en monocultivo, en comparación con los manejos con el sistema yuca asociado con frijol.
5. Los manejos tradicionales del suelo mostraron una tendencia a compactar el suelo, debido a un aumento de los espacios porosos no capilares, mientras que en la práctica de no laboreo los espacios porosos capilares fueron incrementados y hubo una disminución de los espacios porosos no capilares.
6. Las propiedades químicas que fueron modificadas en mayor grado por los manejos para la siembra fueron: nitrógeno, carbono, materia orgánica, fósforo y pH. El porcentaje de nitrógeno, carbono, materia orgánica y la disponibilidad de fósforo tuvieron un incremento superior bajo las parcelas con no laboreo en relación al laboreo mecanizado. Sin embargo, el incremento de la reacción del suelo pH- fue superior en las parcelas con laboreo tradicional.

LITERATURA CITADA

1. BANDEL, W. A. *et al.* N-behaviour under no-till vs. conventional corn culture. First year results using unlabeled N-fertilizer. *Agronomy Journal* 67(6):782-786. 1975.
2. 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.
3. BLEVINS, R. T., 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.
4. 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.
5. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual, 1976. Cali, Colombia, CIAT, 1977. b-85 p.
6. DIAZ-ROMEU, R. y HUNTER, A. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en Invernadero. Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1978. 62 p.
7. 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.
8. FORSYTHE, W. M. Manual de laboratorio de físicos de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. 1975. 212 p.
9. GALLEGOS, R. R. P. Evaluación de producción agronómica y biomasa en sistemas de producción que incluyen yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1976. 122 p.
10. HARDY, F. Edafología tropical. Trad. del inglés Rufo Bazán. México, D.F., Herrero Hnos., 1970. 416 p.
11. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. Research highlights 1977. Nigeria, IITA, 1978. 10 p.
12. KUPERS, L. J. P. and ELLEN, J. Experience with minimum tillage and nitrogen fertilization. *Netherlands Journal of Agric. Sci.* 18(4): 270-276. 1970.
13. 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.

14. LAL, R. *et al.* Problemas de manejos de suelos y posibles soluciones en Nigeria Occidental. In Bornemisza, E. y Alvarado, A., Eds. Manejo de suelos en la América Tropical. Raleigh, N.C. University Consortium of Soils of the Tropics, 1974. pp. 380-417.
15. \_\_\_\_\_. Role of mulching techniques in tropical soil and water management. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. Technical Bulletin No. 1. 37 p. 1974.
16. LARSON, E. E. *et al.* Problems with no-till crops. Will it work? Crops and Soils Magazine. 14-20 p. December 1970.
17. LEMON, E. R. Energy conversion and water use efficiency in plants. In Plant environment and efficient water use. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1966. pp. 28-48.
18. LOCATELLI, E. y SHENK, M. Manejo de la vegetación previo a la siembra con énfasis en laboreo mínimo en área de pequeños agricultores en Costa Rica y sus aspectos socio-económicos. In Congreso Asociación Latinoamericana de Malezas 4a., Cali, Colombia. 11 6-8 p. Enero 1978.
19. MOSCHLER, W. W. *et al.* Comparative yield and fertilizer efficiency of no-tillage and conventionally tilled corn. Agronomy Journal 64:229-231. 1972.
20. PHILLIPS, S. H. and YOUNG Jr., No tillage farming. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin. 224 p. 1973.
21. SANS, L. M. A. *et al.* Efeito da cobertura morta no cultivo do alho sobre a umidade e algumas características químicas do solo. Revista Ceres (Brasil) 21(114):91-104. 1974.
22. SPAIN, J. M. Labranza mínima en suelos tropicales. Cali, Colombia, CIAT. s.f. 3 p.
23. TAFUR, N. S. V. Efecto de varios sistemas de producción agrícola sobre la resistencia mecánica de los suelos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 317 p.
24. UNGER, P. W., WIESE, A. F. and ALLEN, R. R. Conservation tillage in the Southern Plains. Journal of Soil and Water Conservation 32(1):43-48. 1977.
25. VRIES, C. A. DE New developments in production and utilization of cassava Abstracts on Tropical Agriculture 4(8, 9):9-24. 1978.