

LABRANZA MINIMA Y NO LABRANZA EN SISTEMAS DE  
PRODUCCION DE MAIZ (Zea mays) PARA AREAS  
TROPICALES HUMEDAS DE COSTA RICA

Myron D. Shenk\*  
Joseph Saunders\*\*  
Germán Escobar\*\*\*

\*Especialista en Malezas, M.S. Centro Internacional de Protección de Plantas (IPPC) Oregon State University. Programa CATIE/IPPC. Turrialba, Costa Rica.

\*\*Entomólogo, Ph.D. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

\*\*\*Economista Agrícola, Ph.D. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Técnico del IPPC al tiempo de la elaboración de este trabajo.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Departamento de Producción Vegetal  
Turrialba, Costa Rica

TABLA DE CONTENIDO

Resumen . . . . .	iii
Summary . . . . .	vi
1. Introducción . . . . .	1
2. Características de las Areas de Investigación . . . . .	3
3. Resultados Seleccionados de Cinco Años de Investigación . . .	7
3.1 Cero Labranza y Combate de Malezas Anuales . . . . .	7
3.2 Problemas Especiales con Malezas Perennes . . . . .	12
3.3 Interacciones entre Malezas y Cero Labranza . . . . .	15
3.4 Algunas Propiedades Físico-químicas del Suelo . . . . .	17
3.5 Dinámica de Insectos y Tipo de Labranza . . . . .	21
3.6 Eficiencia en el uso de Fertilizantes . . . . .	27
3.7 Eficiencia Energética y Económica . . . . .	31
4. Cero Labranza con otros Cultivos . . . . .	36
5. Bibliografía Consultada . . . . .	41

## RESUMEN

Este reporte es una compilación de los trabajos de investigación realizados durante cinco años directamente por los autores, por estudiantes bajo asesoría técnica y por otros miembros del equipo de investigación en sistemas de fincas del CATIE, del cual forman parte los técnicos del Centro Internacional de Protección de Plantas (IPPC).

Estos resultados buscan evaluar las relaciones e interacciones de las técnicas de mínima y no labranza con otros factores que afectan los sistemas de producción de maíz, tales como el tipo de malezas predominantes, las propiedades físico-químicas del suelo y la dinámica de insectos. Así mismo, se evalúa la eficiencia en el uso de fertilizantes y la eficiencia energética y económica de varias modalidades de no labranza, comparado con la labranza convencional.

Se encontró una aparente correlación entre la cobertura del suelo y el complejo de malezas existente, siendo más eficiente el combate de malezas con cero labranza que con mecanización. Donde predominaban las gramíneas anuales, la población de malezas se redujo hasta en 70% con no labranza y paraquat a los 25 días después de la siembra (DDS) con una pantalla de protección, en comparación con áreas mecanizadas. Este control aumentó significativamente el rendimiento de maíz por unidad de área.

El combate de ciertas gramíneas perennes presenta problemas por su agresividad. La aplicación de glifosato (1,5 kg equivalente de ácido/ha) antes de la siembra, seguida de una aplicación de paraquat a los 25 DDS ha resultado en un buen nivel de control. Los rendimientos bajo no labranza son semejantes o mayores que los obtenidos bajo preparación mecanizada.

Durante la época seca en Turrialba, los sistemas de no labranza consistentemente mostraron cantidades de humedad en el suelo que fueron superiores hasta en 14% a los terrenos mecanizados. Ensayos de 18 meses indicaron que la densidad aparente del suelo fue menor, en tanto que la porosidad total y el espacio poroso capilar fueron mayores con no labranza, comparada con labranza convencional. Esta misma relación se reportó en el contenido de materia orgánica después de siete ciclos de siembra. También se encontró una mayor cantidad de nitrógeno en suelo de 0 a 20 cm de profundidad.

La colonización y los daños ocasionados por insectos han sido generalmente reducidos siguiendo la práctica de no labranza. Estudios con varias combinaciones de control de insectos y formas de preparación del terreno indican que los insectos del suelo reducen más los rendimientos en campos mecanizados que en aquéllos bajo cero labranza. Aparentemente la cobertura que deja el manejo de no labranza interfiere con los estímulos visuales o químicos de los insectos, reduciendo las infestaciones.

Se ha observado que el uso de fertilizante resulta en rendimientos más altos en lotes bajo cero labranza, comparados con terrenos arados. Sin embargo, analizando las condiciones en el tiempo, hay indicaciones que se requiere una mayor aplicación de nitrógeno durante los primeros cuatro ciclos de siembra con no labranza, para igualar el nivel de nitrógeno que se encuentra durante los ciclos subsecuentes en terrenos arados. Experimentos en la época seca indican que sin aplicación de nitrógeno se obtienen mayores rendimientos en parcelas con cero labranza.

Análisis energéticos de varios sistemas de producción que incluyen maíz bajo no labranza han arrojado más altos coeficientes de eficiencia que los

sistemas con mecanización. Esta misma relación se ha encontrado al evaluar la energía para producir \$100 netos/ha.

Económicamente resultan más eficientes los sistemas de no labranza, por su menor costo de producción. Las relaciones básicas de ingreso neto, ingreso en efectivo y retorno a los factores de producción son más altos cuando se combina la no labranza y el control de malezas recomendado, en términos comparativos con la práctica de control de malezas del agricultor y la preparación mecánica.

## SUMMARY

A compilation of information from five years of research on soil preparation, weed and insect management within a farming systems context is reported. The work was conducted by the authors, their students and other members of the CATIE farming systems research team, of which The International Plant Protection Center (IPPC) forms a part.

Relations and interactions of tillage or no-tillage with other factors that affect maize production systems, such as predominant weed types, physical and chemical soil characteristics, and insect population dynamics, are evaluated. Efficiency of fertilizer use, energetic efficiency and economic efficiency are compared for no-tillage and conventional tillage systems.

Soil coverage was correlated with weed populations; weed control being more efficient with no-tillage than with plowing. With predominantly annual grasses, weed population were reduced up to 70% with no-tillage followed by paraquat application with a protective shield 25 days after planting. This significantly increased maize yield per hectare.

Some perennial grasses are difficult to control. Glyphosate application before planting followed by paraquat application 25 days after planting provide good control of aggressive perennial weeds. Yields were similar or better with no-tillage compared to plowing.

During the dryer season at Turrialba, no-tillage systems consistently maintained more soil moisture than plowed systems. Soil density was less,

resulting from both more total pore space and capillary pore space, in no-tillage plots than in conventionally tilled plots. After seven cropping cycles, there was more organic matter and nitrogen in the no-tillage plots.

Colonization and damage by insects has generally been reduced in no-tillage systems. Studies with various combinations of pre-plant field preparation and insect control practices indicate that insects, especially soil born pests, reduce yields more in tilled systems than in no-tillage systems. Apparently, the soil coverage in the no-tillage systems interferes with visual or chemical insect colonization stimuli.

Fertilizer increased yields more in no-tillage systems, but apparently more nitrogen is needed during the first three or four cropping cycles than in plowed fields. In subsequent cycles nitrogen levels tend to equalize. Experiments conducted during the dryer season indicate that when nitrogen was not applied yields were more with no-tillage.

Energy efficiency coefficients were greater for no-tillage maize production systems than for mechanized tillage systems.

No-tillage systems were economically more efficient due to reduced production costs. Basic relations of net income, cash income return to production factors were more favorable when no-tillage and recommended weed control practices combined than comparative farmer practices of weed control and mechanized tillage.

## 1. Introducción

Los agricultores de las zonas tropicales han practicado cero y mínima labranza desde hace siglos.<sup>1/</sup> La agricultura migratoria de corte y quema constituye un ejemplo de esta práctica, y también la preparación apenas superficial del suelo que frecuentemente realizan algunos productores.

Tal vez la razón de la práctica del sistema de no labranza es que sólo requiere de implementos simples y energía humana. Sin embargo, la práctica tiene la limitación de reducir el área cultivada por agricultor a lo que él y su familia pueden manejar, tanto en la preparación del terreno, como en el combate de malezas posterior a la siembra.

La concentración de la población en las ciudades creó la necesidad de aumentar la cantidad de alimentos producidos por agricultor, y esto condujo al diseño de máquinas agrícolas que permitieran a una persona trabajar una área más extensa en menor tiempo.

Faulkner (19) en su libro "Plowman's folly", aseveró que la mecanización de los campos no tenía justificación como práctica necesaria para la germinación de la semilla y el desarrollo ulterior de la planta, y que jamás se ha expuesto una razón científica para arar los suelos. En realidad la preparación mecánica del suelo ha sido una respuesta de tipo económico a la necesidad de combatir malezas en áreas extensas. Así, la mecanización tomó un gran impulso en este siglo, y se llegó a aceptar como indispensable para producir buenas

---

<sup>1/</sup>Se entiende por cero labranza o no labranza la siembra de cultivos sin antes efectuar una preparación físico-mecánica del suelo. La mínima labranza, o labranza reducida involucra cierto grado de preparación del suelo (44).

En ambos casos, los residuos vegetales quedan expuestos total o parcialmente sobre la superficie del suelo, y el combate posterior de las malezas se realiza con métodos manuales o químicos.

cosechas. Además se llegó a considerar como parte integral y necesaria para el desarrollo agrícola.

Los problemas serios de erosión eólica e hídrica que ocurrieron en América del Norte en la década de los años treinta, llevaron a algunos científicos a poner en duda la mecanización indiscriminada, y despertaron interés en la conservación del suelo y las alternativas para la mecanización. En la década de los sesenta, a medida que aumentaba el costo de la energía, otros investigadores comenzaron también a objetar la práctica de una mecanización intensiva de la tierra; y el desarrollo concurrente de los herbicidas selectivos para el combate de malezas en los cultivos, ha permitido un gran desarrollo en las técnicas de cero y mínima labranza durante los últimos 20 años (57).

La mayor parte de la investigación científica sobre cero y mínima labranza se efectúa en los países de climas templados, y sólo en los últimos 10 a 15 años se han generado cantidades significativas de información para climas tropicales.

Desde 1976 el equipo técnico del Centro Internacional para la Protección de Plantas (IPPC) de la Universidad Estatal de Oregon, y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Turrialba, han estado colaborando en un programa regional de generación de tecnología en combate de malezas en Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Panamá. Este esfuerzo es un componente dentro del programa de investigación en sistemas de fincas de pequeños agricultores que está desarrollando el CATIE en la región. Las técnicas de control de malezas se han basado principalmente en prácticas de no labranza, especialmente para las zonas ecológicas húmedo bajas, buscando aprovechar las

ventajas que se han atribuido a esta modalidad de preparación del terreno.

El objetivo de este trabajo es recopilar información de campo generada principalmente en dos áreas de Costa Rica, y que permite evaluar los resultados de las prácticas de no labranza con otros aspectos de la producción de maíz, y comparar esta práctica con la preparación mecanizada que utilizan algunos pequeños agricultores de esas áreas. Consecuentemente, se trata de analizar las interrelaciones de la cero labranza con el control de malezas, algunas propiedades físico-químicas del suelo y la presencia de algunos insectos que atacan el maíz. También se hace un breve análisis de la eficiencia en el uso de fertilizantes y de las relaciones energéticas y económicas de esta modalidad de labranza comparándola con la mecanización que se practica en las áreas de estudio. Los comentarios se hacen extensivos, en menor grado, a otros sistemas de cultivos en los que el maíz es un componente en sus arreglos específicos.

## 2. Características de las Áreas de Investigación

Se han realizado diversos experimentos tanto en fincas de los agricultores como en estaciones experimentales desde 1977 en dos áreas de Costa Rica: en el Atlántico Norte (Cariari, El Bosque, Guácimo y Estación Los Diamantes), y la Estación Experimental del CATIE, en Turrialba.

La zona de trabajo en el Atlántico se caracteriza por una pluviosidad anual entre 3200 y 5000 mm, una temperatura de 25° a 27°C (Figura 1) y una elevación de 40 a 300 m.s.n.m. con topografía plana en la mayoría del área bajo cultivos.

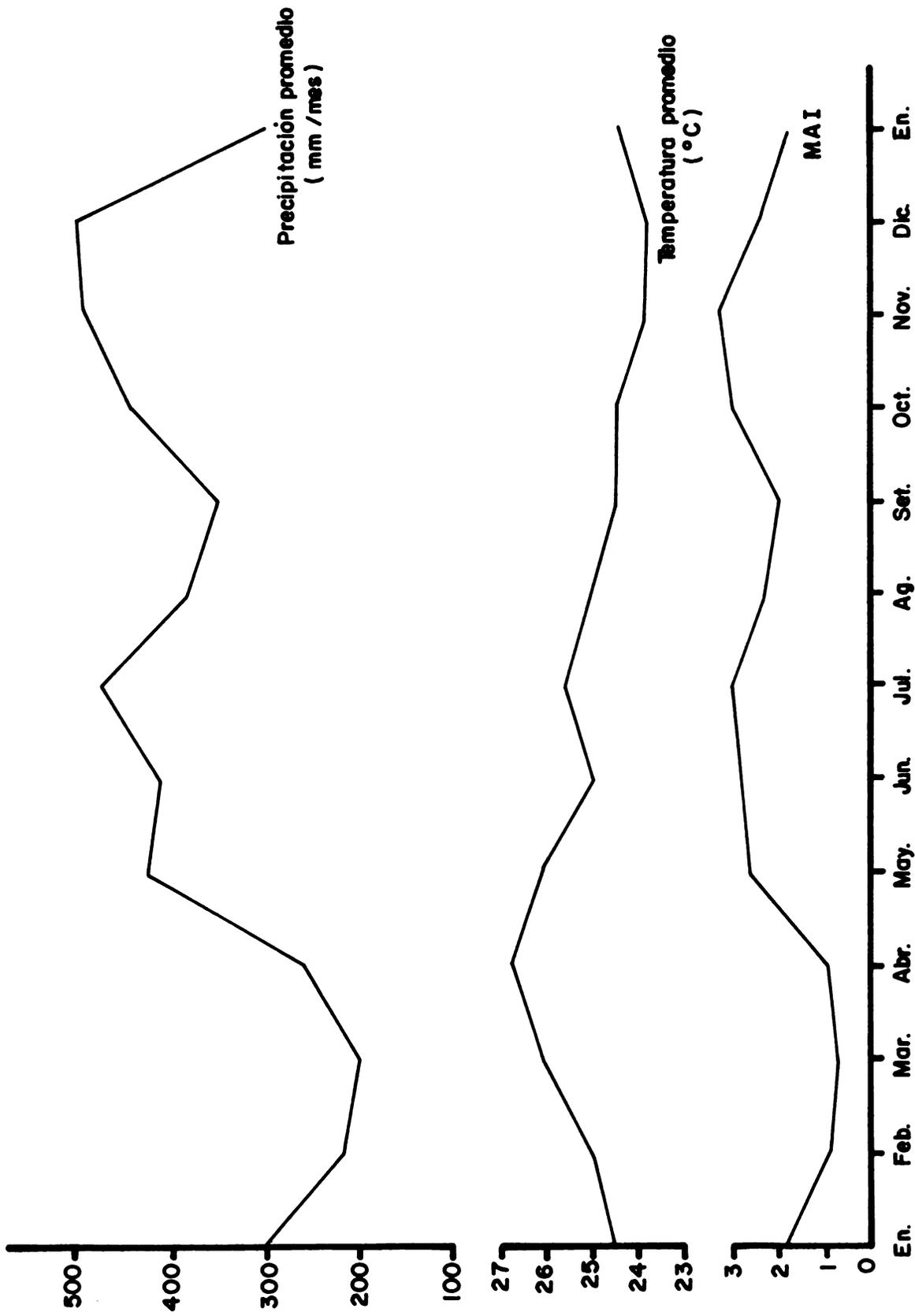


Fig. 1 Promedios de temperatura, precipitación e índice de disponibilidad de agua (MAI) para la Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles ( Promedio de 24 años )

Los suelos en esta zona han sido divididos en dos grandes grupos: a) suelos aluviales formados de materiales ricos en bases y nutrientes para la producción agrícola; y b) suelos latosoles rojizos bien drenados, bajos en bases y nutrientes para plantas. Análisis químicos de 32 muestras de suelos de Guácimo, Guápiles y Cariari reportan, en general, deficiencias de fósforo, manganeso y zinc, y problemas con magnesio y potasio en áreas específicas (17).

La Estación Experimental del CATIE en Turrialba registra una pluviosidad anual promedio de 2870 mm, una temperatura promedio de 22.3°C (Figura 2), y elevaciones entre 600 y 900 m.s.n.m. La topografía es casi plana en los terrenos dedicados a la investigación agrícola.

Los suelos son del orden de los Inceptisoles y por su capacidad de uso se agrupan en clases II (40.0%), III (20.0%) y IV (40.0%). Son suelos moderadamente profundos con horizontes poco definidos en las partes bajas. Presentan una densidad aparente mayor de 1gr/cc, con retención de humedad moderadamente alta. Existe predominancia franco-arcillosa con algunos horizontes franco-arcillo-arenosos. Su pH varía de fuerte a medianamente ácido (5.1 a 6.0) y presenta un alto contenido de materia orgánica en la superficie que va disminuyendo con la profundidad.

Muchos pequeños agricultores del Atlántico y del área de influencia de la Estación Experimental del CATIE practican la cero labranza, pero aproximadamente 25% de los productores del Atlántico utilizan maquinaria para preparar sus campos. Esta forma de mecanización consiste generalmente en una pasada de arado y dos rastrillados, o simplemente dos pasos de rastra de disco, dependiendo del terreno. (17). Esto permitió comparar la tecnología del agricultor con la de

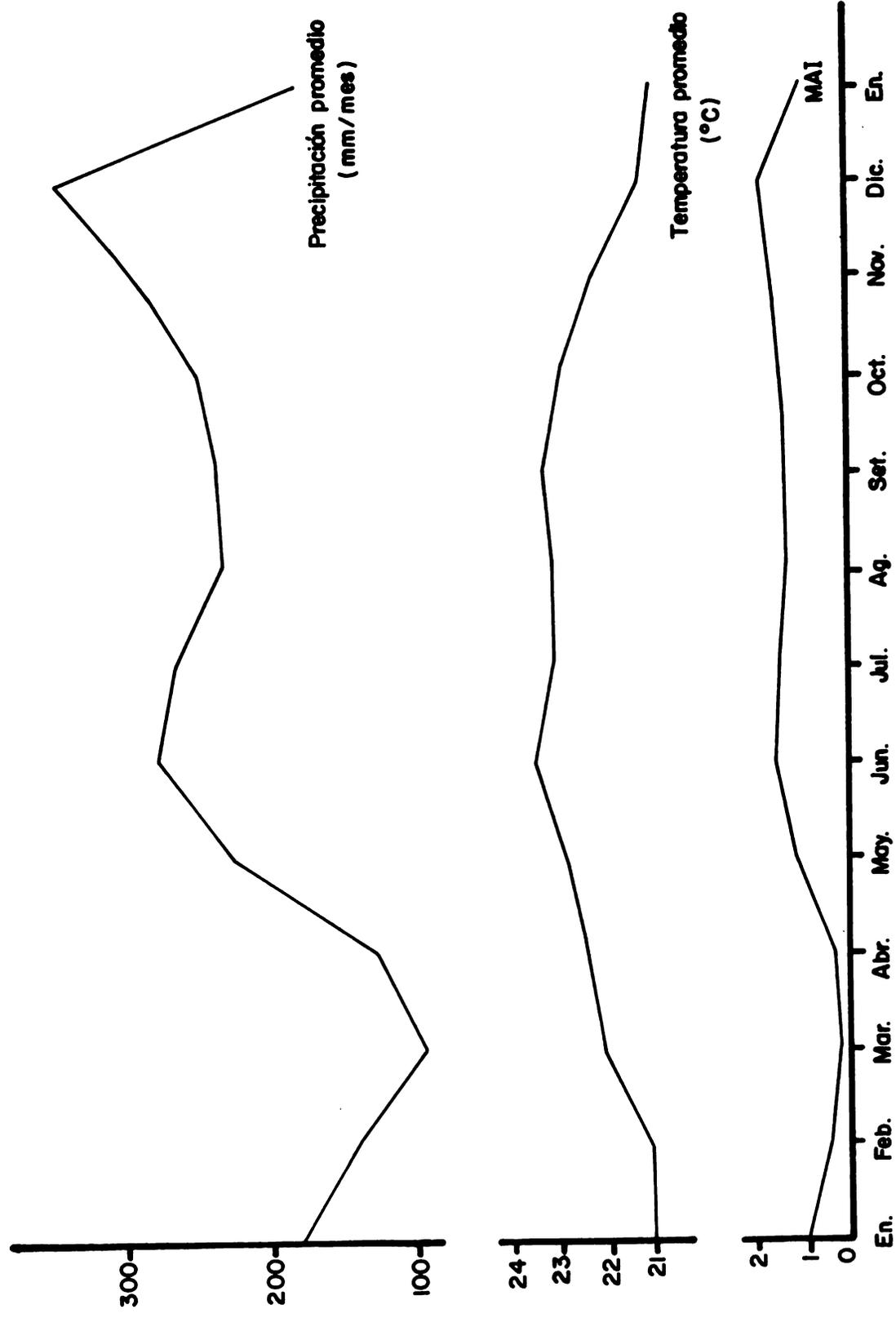


Fig. 2 Promedios de temperatura , precipitación e índice de disponibilidad de agua (MAI) para la Finca Experimental La Montaña, CATIE, Turrialba ( Promedio de 32 años )

cero labranza "mejorada" a partir de la que se practica en las zonas, bajo diferentes complejos de malezas conformados por la combinación de especies anuales y perennes.

### 3. Resultados Seleccionados de cinco años de Investigación

Los resultados de investigación que aquí se presentan han sido seleccionados de acuerdo a las interacciones de la forma de preparación del suelo con otros factores que afectan la producción de maíz. Por definición del programa, el mayor énfasis se concentra en la interacción con las malezas existentes y su combate, llegándose a relaciones diferentes según el tipo de malezas predominante.

#### 3.1 Cero Labranza y Control de Malezas Anuales

El Cuadro 1 presenta los datos de dos siembras en un campo donde predominaban las malezas anuales, especialmente Digitaria spp., Eleusine indica L., Alteranthera sessilis (L) R. Br., y Solanum nodiflorum Jacquin. También era muy común la hierba perenne Paspalum paniculatum L.

Los sistemas de cero labranza con excepción del tratamiento de 5,0 kg/ha de MSMA 8 días antes de sembrar (DAS), resultaron menos costosos que los sistemas mecanizados. El herbicida MSMA falló en 1977, en parte por la fuerte lluvia después de la aplicación.

Estos tratamientos pueden compararse con el sistema de control de malezas usado por el agricultor en su parcela comercial, que consiste en aplicar 0,3 kg/ha de paraquat 42 días después de sembrar (DDS), lo que resultó en una severa invasión de P.paniculatum una maleza que aumenta su resistencia al

Cuadro 1. Rendimientos de maíz, costo de combate de malezas y costo como proporción de la práctica del agricultor con predominancia de malezas anuales. Cariari, Costa Rica. Setiembre 1977 y enero 1978<sup>1/</sup>

Sistema <sup>2/</sup>	Rendimiento de maíz grano. 13% humedad (kg/ha) 1977	1978	Costo del combate de malezas(¢/ha)	Costo como % de la práctica del agricultor
1. Arado+limpia manual 25 DDS	2277	4280	770	107
2. Arado+atrazina Pre (2,0 kg/ha)	2414	----	729	101
3. Arado+paraquat 25 DDS (0,5 kg/ha)	2626	4431	719	100
4. Cobertura+limpia manual 25 DDS	2613	4302	630	88
5. Glifosato 8 DAS (1,3 kg/ha)	3177	4769	645	90
6. Paraquat 8 DAS (0,75 kg/ha)	2487	4381	342	48
7. MSMA 8 DAS (5,0 kg/ha)	1831	4117	378	53
8. Paraquat 8 DAS y 25 DDS (0,5 kg/ha c/u)	----	4563	561	78
CV (%)	19,0	10,0		
DMS (0,05) (kg)	702	ns		

<sup>1/</sup> Información adaptada de Shenk y Locatelli (52)

<sup>2/</sup> Pre = Preemergencia

DAS = Días antes de la siembra

DDS = Días después de la siembra

Cobertura = Se creó una cobertura vegetal por cortar la vegetación a ras del suelo el día de la siembra.

US\$1 = ¢8.54

paraquat a medida que crece. En contraste, el tratamiento 3 que fue similar al del agricultor, pero aplicando 0,5 kg/ha de paraquat a los 25 días, dejó el campo satisfactoriamente libre de malezas.

Se observó una aparente correlación entre el tratamiento con cobertura y el complejo de malezas existente, donde predominaban las gramíneas anuales. Se detectó una mayor presencia de Alternanthera sessilis, Solanum sp., y Paspalum paniculatum. Comparando parcelas aradas limpiadas manualmente o con aplicación de atricina preemergente, la población de malezas se redujo entre 60 a 70% aplicando paraquat a los 25 DDS en las parcelas aradas.

Los tratamientos con glifosato a la vegetación existente antes de la siembra (AS), así como los de una aplicación de paraquat AS, seguida de otra dirigida a los 25 DDS usando una pantalla de protección, mostraron un buen nivel de combate de malezas durante todo el ciclo del cultivo. Estos tratamientos se seleccionaron como los más adecuados para la zona, después de 3 años de investigación.

En 1980, varios agricultores compararon los dos tratamientos seleccionados con sus prácticas comunes. En un terreno con fuerte invasión de Digitaria sp., Eleusine indica., y Paspalum paniculatum, el agricultor empleó su sistema normal de corte y quema, seguido de una aplicación de paraquat inmediatamente antes de la siembra, 15 días después. El agricultor también combinó los 2 tratamientos seleccionados con una quema 3 días ADS. Los resultados de este ensayo se presentan en el Cuadro 2.

Los beneficios del combate de malezas oportuno en post-emergencia fueron demostrados en los sistemas 1 y 2. Se hizo una quema en los 2 sistemas antes de la siembra. Estos difirieron principalmente por el combate de malezas 22 DDS en el sistema 2, que produjo 700 kg/ha más que en el sistema 1 donde la aplicación se hizo 42 DDS.

Cuadro 2. Rendimientos, costos y labor por hectáreas de cinco sistemas de combate de malezas, con predominancia de malezas anuales. Cariari, Costa Rica, 1980<sup>1/</sup>

Sistema <sup>2/</sup>	Rendimiento-maíz en grano-13% humedad kg/ha	Costo de combate de malezas ¢/ha	Labor jornales/ha
1. Corte-quema+paraquat (0,2 kg) PS y 42 DDS	1368	1104	21
2. Paraquat (0,4 kg)+quema siembra+paraquat (0,2kg) 22 DDS	2066	396	6
3. Paraquat PS (0,4 kg/ha)y 22 DDP (0,2 kg/ha) <sup>3/</sup>	2024	516	9
4. Glifosato (1,3 kg) PS+ quema	2008	890	2,5
5. Glifosato (1,3 kg) PS <sup>3/</sup>	2822	1010	5,5
CV (%)	11		
DMS (0,05) kg	434		

<sup>1/</sup> Información tomada de Shenk (51)

<sup>2/</sup> PS = Pre-siembra; DDS = Días después de sembrar.

<sup>3/</sup> Este tratamiento incluye tres jornales adicionales para sembrar a través de la cobertura que dejó sobre el suelo el tratamiento.

US\$1 = ¢8.54

Comparando el sistema 4, en el que se quemó la cubierta vegetal 3 días después de aplicar el glifosato, con el sistema 5 donde esa cubierta quedó sobre el suelo, se observó mucho menos rebrote de malezas anuales en el último, y un aumento significativo en la producción de maíz. La gramínea perenne Paspalum paniculatum se eliminó en ambos tratamientos.

En otra finca donde predominaban Imperata sp., Digitaria spp., Paspalum paniculatum, Hyptis sp., y Rottboellia exaltata (L) L.f., los dos sistemas de no labranza resultaron mejores que la mecanización practicada por el agricultor.

Cuadro 3. Rendimiento, labor y costo/ha de tres sistemas de combate de malezas con predominancia de malezas perennes. El Bosque, Costa Rica<sup>1/</sup>

Sistema	Rendimiento de maíz en grano 13% humedad(kg/ha)	Costo ¢/ha	Labor jornales/ha
1. Arar-rastrear+paraquat 25 y 40 DDS	2174	1084	7,0
2. Paraquat PS (0,4 kg) + paraquat (0,2 kg) 20 y 40 DDS <sup>2/</sup>	2291	708	12,5
3. Glifosato 1,5 kg PS <sup>2/</sup>	2861	1128	5,5
CV (%)	18		
DMS (0,05)kg	954		

<sup>1/</sup>Información tomada de Shenk (50)

<sup>2/</sup>Este tratamiento incluye tres formas adicionales para sembrar a través de la cobertura que deja sobre el suelo el tratamiento.

US\$1 = ¢8.54

En el tratamiento 3, la población de Imperata sp. se redujo en un 90% a la cosecha del grano. A pesar de las repetidas aplicaciones de paraquat en los otros 2 sistemas, los rebrotes de la referida maleza perenne alcanzaron unos 50-60cm de altura al momento de la cosecha. Aunque la diferencia en los tratamientos no fue significativa, los resultados sugieren que el glifosato puede presentar ventaja donde predomina Imperata sp. u otras especies perennes.

### ~> 3.2 Problemas especiales con malezas perennes

El combate de ciertas gramíneas perennes presenta problemas especiales al combinarse con la cero labranza, por su agresividad y hábitos de crecimiento. Si predominan las malezas de 1 metro de altura, es aconsejable cortarlas a ras del suelo o hasta 50 cm, y aplicar herbicidas sistémicos o de contacto cuando haya suficiente rebrote de follaje (unos 15 a 25 días después del corte, en los trópicos bajos húmedos), para asegurar una acción adecuada del herbicida. Se puede efectuar la siembra cuando la vegetación tratada esté en estado avanzado de desecación. El corte de malezas altas y abundantes antes de aplicar herbicidas deja una cobertura muy gruesa en el suelo, lo que retrasa el brote de malezas anuales, y reduce el número de plantas bajas que escapan a la aplicación del herbicida por la interferencia de las plantas más altas. El maíz y el frijol que se siembran con chuzo o espeque emergen a través de esta cobertura.

Las gramíneas hasta de 1 metro de altura se pueden tratar con glifosato (1,5 kgs de equivalente ácido/ha), lo que ha dado buenos resultados especialmente con especies muy difíciles de combatir como: Panicum maximum Jacq. Cynodon dactylon y Paspalum paniculatum. Una dosis de 1,0 kg/ha es suficiente para

Paspalum fasciculatum Willd., y especies anuales. La dosis de dalapón, varía de 6-12 kg/ha, según la especie. Aplicando glifosato, se puede sembrar cuando las malezas se empiezan a secar, a los 6-12 días. En el caso del dalapón, es conveniente posponer la siembra unas dos semanas después de aplicarlo, para reducir el peligro de fitotoxicidad. Si hay malezas dicotiledóneas se debe agregar al dalapón un herbicida para éstas.

Debido a las diferencias de crecimiento y peso de las varias especies, no se ha podido cuantificar la vegetación necesaria para crear una cobertura vegetal adecuada. Sin embargo, las gramíneas anuales abundantes, especialmente Digitaria spp. de 40 a 60cm han dado buena cobertura. El P. fasciculatum tratado con glifosato (1,0 kg/ha) cuando tiene de 50 a 100cm, cae sobre la superficie del suelo formando una barrera muy eficaz contra la germinación de otras malezas.

Algunas especies de Panicum y Paspalum crecen en cepas dispersas, y poseen tallos fuertes y erectos que no caen por varias semanas después de la aplicación del herbicida. Puede ser que el resto de la vegetación entre las cepas de estas especies no sea bastante abundante para formar una barrera eficaz contra la germinación de malezas, y que se haga necesario un combate adicional de éstas. En tales casos se puede agregar un herbicida preemergente. Sin embargo, para evitar posibles problemas de fitotoxicidad en los cultivos sembrados en relevo o en asociación, se ha evitado el uso de herbicidas aplicados al suelo. El empleo de una pantalla protectora permite aplicar paraquat en post-emergencia cuando el cultivo está aún muy pequeño, y se reduce así el efecto de la competencia temprana de malezas. Esto ha sido más eficaz que el uso de herbicidas preemergentes, sobre todo para malezas perennes. Esto es particularmente importante porque el contenido de materia orgánica del suelo de esta zona

llega con frecuencia hasta el 7%, lo que puede reducir la eficacia de varios herbicidas aplicados al suelo.

Al comparar los datos del Cuadro 1 con los del Cuadro 4, se nota que el combate de malezas perennes es más costoso que el de las anuales. Con cero labranza los rendimientos son parecidos o mayores que los obtenidos en los sistemas mecanizados (Cuadro 4).

La aplicación de glifosato redujo substancialmente la población de malezas perennes al punto que fue suficiente una aplicación posterior de paraquat antes de la siembra siguiente. Esto representa una reducción de costos bien importante.

Cuadro 4. Rendimiento de maíz y costo de cinco sistemas de combate de malezas perennes en tres localidades: Asbana, Diamantes y Guácimo. Costa Rica, 1978<sup>1/</sup>

Sistema <sup>2/</sup>	Kg/ha maíz en grano 13% humedad			Costo <sup>4/</sup> ¢/ha
	ASBANA	Diamantes	Guácimo	
1. Mecanizado-limpias manuales 15+30DDS	3959	2149	3551	1040
2. C50+mezcla del agricultor PS+paraquat 15+30 DDS	3387	187 <sup>3/</sup>	1787	839
3. C0+glifosato 1,5 kg/ha PS	3426	2574	4092	985
4. C50+glifosato 1,5 kg/ha PS	4184	2136	3567	870
5. C0+paraquat PS+paraquat 15 y 30 DDS	3709	2549	4098	840
CV (%)	13	23	10	
DMS 0,05 (kg/ha)	NS	930	511	
Repeticiones	2	9	2	

<sup>1/</sup> Información adaptada de Shenk (50)

<sup>2/</sup> Mezcla del agricultor = paraquat + MSMA + diurón 0,5+4,0+1,0 kg/ha.  
C0 = malezas cortadas a ras del suelo 15 días antes de aplicar herbicida.  
C50 = malezas cortadas a 50 cm de altura 15 días antes de aplicar herbicida.

<sup>3/</sup> Paspalum fasciculatum muy abundante y agresiva, y Cynodon dactylon en Diamantes y Guácimo respectivamente no fueron controlados por esta mezcla.

<sup>4/</sup> Incluye tres jornales extra para sembrar con cero labranza.

US\$1 = ¢8.56

### 3.3 Interacción entre malezas y cero labranza

El combate de malezas ha sido más eficiente con cero labranza que con los sistemas mecanizados. Así lo indica el trabajo de Paniagua (42) en un terreno con un complejo de malezas donde predominaban Panicum maximum y Paspalum fasciculatum, con la presencia de Melampodium divaricatum (Rich) D.C., Bidens pilosa L., Euphorbia heterophylla L., y Mimosa pudica L., en menor grado. En este caso se notó un cambio en el complejo de malezas en el sistema maíz-maíz después de 2 ciclos, pasando a la predominancia de dicotiledóneas con cero labranza, y de gramíneas con el sistema mecanizado. El peso fresco de las malezas fue mayor en el sistema mecanizado en ambos ciclos. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Condiciones de las malezas al momento de la cosecha de maíz bajo dos sistemas de labranza<sup>1/</sup>

Malezas	Labranza	
	Mecanizada	Cero
<u>Primer ciclo</u>		
Cobertura %	66	27
Altura (cm)	28,5	6,5
Peso fresco (kg/ha)	3.468	1.190
Monocotiledóneas (pl/ha)	243.000	6.000
Dicotiledóneas (pl/ha)	6.000	272.000
<u>Segundo ciclo</u>		
Cobertura (%)	58	15
Altura (cm)	34	7
Peso fresco	4.784	711
Monocotiledóneas (pl/ha)	301.000	161.000
Dicotilidóneas (pl/ha)	22.500	148.000

<sup>1/</sup> Información adaptada del trabajo de Paniagua (43)

Estos datos muestran que el peso fresco de las malezas fue significativamente menor con cero labranza en el primer ciclo, y que la tendencia a tener un peso menor en este sistema se acentuó después de aplicar glifosato en los

dos ciclos. En las parcelas aradas, a pesar de las aplicaciones dirigidas de paraquat 20 DDS, el número de mono y dicotiledóneas aumentó en el segundo ciclo. El 90% de las malezas monocotiledóneas en el segundo ciclo y con no labranza era una cyperácea de 3cm de altura, tal vez Fimbristylis sp. Jiménez (26) reportó que la incidencia de malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas fue menor con cero labranza en el cultivo del maíz. Burity (10) también informó sobre un menor número de malezas 90 y 350 DDS, con cero labranza de yuca en monocultivo o asociado con frijol.

Zaffaroni (59) trabajó en un terreno con un complejo de malezas muy parecido al reportado por Paniagua, y encontró que el peso fresco de las malezas 40 DDS fue de 269% mayor en parcelas aradas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número y peso fresco de malezas 40 DDS en dos ciclos de cultivos de maíz según el tipo de labranza del suelo. Turrialba, Costa Rica, 1979<sup>1/</sup>

Sistema	Número de malezas/ha 1er ciclo 2do ciclo (en millones)	Peso fresco de malezas 2do ciclo (kg/ha)
Mecanizado	2,04      1,24	6165
Cero labranza	1,65      0,76	2288

<sup>1/</sup> Información adaptada del trabajo de E. Zaffaroni (59)

Los resultados obtenidos por Lal (34) en Africa, son parecidos en el sentido que se obtuvo menor peso total de malezas en terrenos con cero labranza. Las malezas dicotiledóneas predominaron en este sistema, mientras que las monocotiledóneas predominaron en las parcelas mecanizadas.

### 3.4. Algunas propiedades físico-químicas del suelo

Frecuentemente se indica que la práctica de cero labranza permite mantener el contenido de materia orgánica más alto que mecanizando (6, 29, 31, 32, 34, 39, 40, 44). Asociado con la materia orgánica está el fenómeno de la capacidad de intercambio catiónico (1, 23), que parece tener mayores valores sin labranza (30, 31, 32, 38). Además hay una relación entre el contenido de materia orgánica y la porosidad, permeabilidad y productividad del suelo (15, 23, 30, 32). La acción de las lombrices, que es mayor con cero labranza, contribuye a la mayor porosidad, permeabilidad, fertilidad e infiltración del agua en el suelo (16, 21, 32, 33, 34, 35).

En muchos casos, se citan cantidades mayores de varios nutrimentos en el suelo con cero labranza como fósforo, potasio (6, 7, 27, 32, 38, 40, 41, 44, 45, 46), calcio y magnesio (32, 38, 39, 41). Otros reportan más nitrógeno especialmente después de dos o tres años de no labranza, mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes (6, 15, 31, 34, 38, 41). Blevins et al (6) verificaron que a pesar de la mayor acidez extraíble, y consecuentemente más aluminio intercambiable en suelos bajo no labranza, el mayor contenido de materia orgánica fijó el aluminio evitando así efectos fitotóxicos al cultivo del maíz por este elemento. El pH del suelo puede disminuirse con cero labranza, si se usan fertilizantes durante varios ciclos que tiendan a acidificar el suelo (6, 29, 32, 44).

Con la cobertura vegetal que se deja sobre el suelo con cero labranza, se reduce la pérdida de agua por escurrimiento y se aumenta su infiltración, reduciéndose la pérdida por evaporación, lo que resulta en una mayor humedad del suelo, a la vez que se reduce la erosión hídrica y eólica (5, 6, 15, 16, 18, 21,

28, 29, 34, 44, 45). Esta mayor humedad en el suelo frecuentemente es la causa de mayores rendimientos. Con mayor humedad en la superficie del suelo, existe un desarrollo de raíces laterales superficiales las cuales aprovechan mejor los fertilizantes, incluyendo el fósforo que se hace soluble y es entonces absorbido en mayor cantidad por la planta (28, 29, 34, 40, 44, 45, 56).

Durante la época seca en Turrialba, por tres años seguidos, los sistemas de no labranza mostraron mayores cantidades de humedad en el suelo (10, 14, 39, 59). Cuarenta días después de sembrar yuca asociada con frijol se registró 50% y 36% de humedad del suelo, para sistemas de no labranza y mecanización respectivamente (9). La pluviosidad fue 62,6 mm durante estos 40 días.

Maldonado (39) informó acerca de humedad en el suelo retenida con menos tensión con cero labranza. En el sistema de no labranza, aplicando glifosato, se registró 40.2% de humedad gravimétrica retenida a 1,0 atmósfera de tensión. Las otras medidas fueron 38,8% con 1,74 atmósferas, y 35,8% con 2,9 atmósferas para cero labranza-quemado y mecanización respectivamente (Figura 3). La pluviosidad entre la siembra y la fecha del muestreo (40 días) fue de 92 mm con un déficit hídrico de 54,8 mm. El coeficiente de correlación entre el rendimiento del maíz y la humedad del suelo fue de 0,99, demostrando el papel crítico de la conservación de la humedad del suelo durante períodos de poca precipitación.

Crissien (14) estudió el efecto de diferentes fuentes de fósforo con dos tipos de laboreo sobre el rendimiento de maíz y frijol asociados. La humedad gravimétrica fue mayor 30 y 60 DDS, y el rendimiento del maíz fue superior en el sistema de no labranza: 4704 kg/ha contra 2457 kg/ha en parcelas

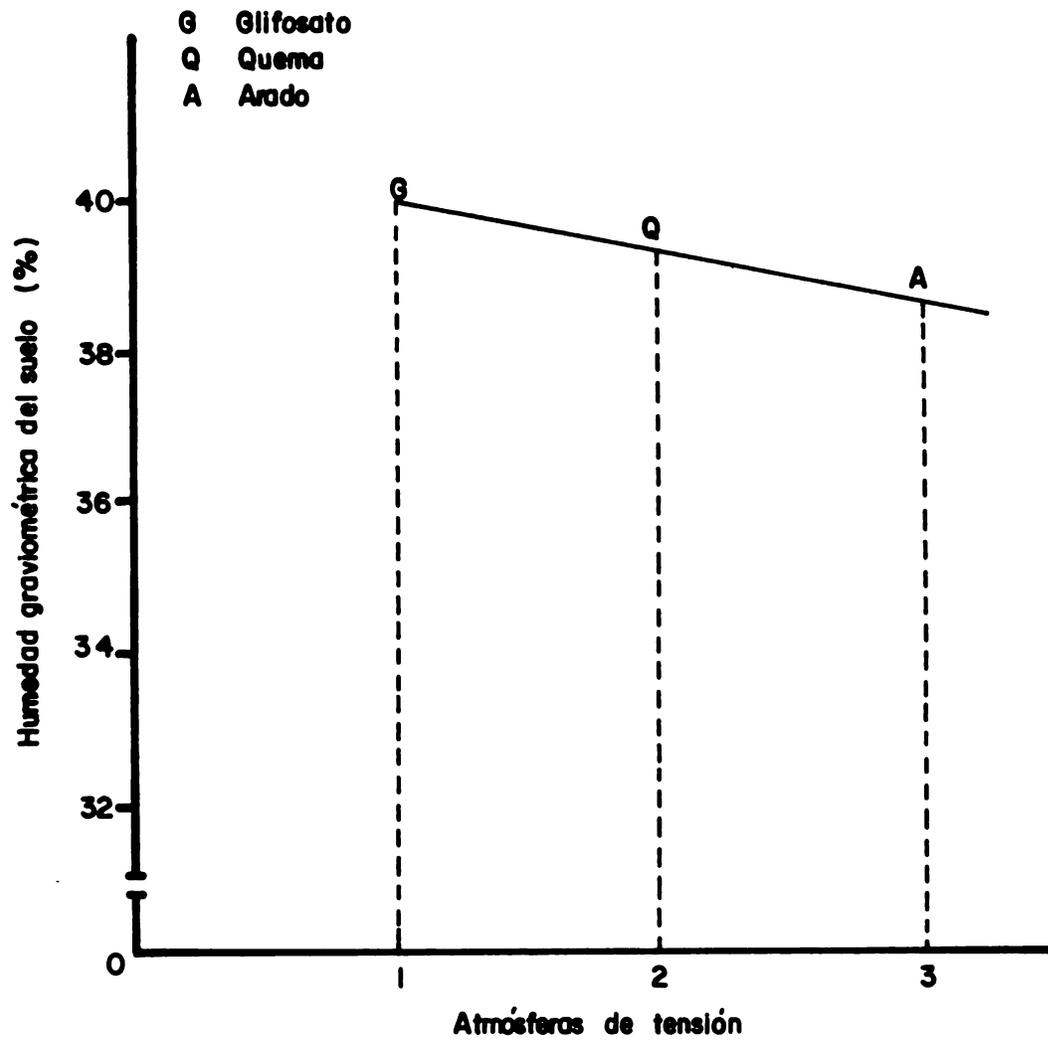


Fig. 3 Curva de humedad del suelo y su fuerza de retención para tres manejos de malezas en un suelo franco-arcilloso, 40 DDS

mecanizadas. Aparentemente, la mayor humedad del suelo fue muy importante en estos resultados. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimientos de maíz y frijol asociados y el porcentaje de humedad del suelo 30 y 60 DDS, bajo dos tipos de labranza con cinco niveles de Fósforo. Turrialba, Costa Rica, 1979<sup>1/</sup>

Tipo de labranza	Fósforo kg/ha	Rendimiento (kg/ha)		% humedad del suelo	
		Maíz	Frijol	30 DDS	60 DDS
Mecanizado	0	1645	902	36	38
	100	2727	801		
	200	2293	1076		
	300	2676	973		
	400	2974	883		
No labranza	0	4143	386	40	41
	100	4368	306		
	200	4366	308		
	300	5194	506		
	400	5491	384		

<sup>1/</sup> Información adaptada de Crissien (14)

Burgos y Meneses (9), Burity (10), Crissien (14) y Jiménez (26), informaron acerca de cantidades de calcio, magnesio y fósforo disponibles en el suelo sin labranza. El potasio fue igual y el pH menor en dos de los casos (9, 10, 14).

Aunque los cambios físicos del suelo son lentos y necesitan varios años para verificarse, los ensayos con una duración de 12 a 18 meses (de dos a tres siembras), indican que la densidad aparente del suelo fue menor y la porosidad total y el espacio poroso capilar fueron mayores con no labranza (9, 10, 14). Burity (10), Crissien (14), Maldonado (39) y Zaffaroni (59) registraron

tendencias de mayor cantidad de materia orgánica con cero labranza.

Jiménez (26) muestra datos que cubren siete ciclos de siembra - 3 años y medio- donde el contenido de materia orgánica fue mayor bajo cero labranza. La densidad aparente y el espacio poroso total fueron iguales para ambos tipos de labranza.

Burity (10), Jiménez (26) y Maldonado (39) informaron acerca de la existencia de una mayor cantidad de nitrógeno en suelo de 0 a 20 cm de profundidad con tratamientos sin labranza. Crissien (14) encontró valores iguales de nitrógeno para los dos tipos de labranza.

En un experimento en progreso desde 1976 (8), se ha comparado la mecanización con labranza reducida y en cero labranza, en una sucesión de maíz-maíz o maíz-maíz+frijol. Hasta el momento, los manejos de cero labranza o mínima labranza presentaron casi 50% más potasio en el suelo (0,3 me/100 ml de suelo) que la labranza mecanizada con remoción de los residuos de cultivos y malezas. Esto equivale a unos 234 kg de potasio elemental por hectárea en favor de la labranza reducida. También el contenido de magnesio es más alto en los mismos manejo (0,2 me/100 ml de suelo), equivalente a 48 kgs de magnesio elemental por hectárea.

### 3.5 Dinámica de insectos y tipo de labranza

A pesar de la gran aceptación en climas templados, la cero labranza es frecuentemente señalada como una práctica que conlleva mayor potencial de pérdidas causadas por insectos y enfermedades (2, 20, 21, 42, 44, 45, 58).

La presencia de los residuos de cultivos y malezas sobre el suelo puede proveer microclimas favorables para la sobrevivencia o propagación de insectos y enfermedades. Además ciertos insectos o plantas que hospedan insectos y enfermedades son destruidos con la mecanización, la cual no ocurre con la cero labranza (2, 20).

Sin embargo, algunos autores (4, 21, 22, 48) mencionan que los residuos y la gran diversidad de plantas asociadas con la cero labranza pueden reducir el ataque de insectos, aumentar el número de insectos depredadores, o proveer otras plantas alimenticias.

Experimentos llevados a cabo durante cuatro años en clima tropical, han demostrado que los daños causados por insectos al maíz son generalmente reducidos con cero labranza. Carballo (11), trabajando en la zona Atlántica, comparó cinco sistemas de no labranza y mecanización, con y sin combate de insectos. Para el combate de insectos se aplicó carbofurán (1,0 kg/ha) con la semilla durante la siembra, más metomil (0,145 kg/ha) o triclorfón (0,5kg/ha) al follaje 15, 25, y 45 DDS de acuerdo a los requerimientos. El menor rendimiento de maíz en grano se obtuvo en el sistema mecanizado sin combate de insectos: 1500 kg/ha contra 3011 kg/ha en sistemas de cero labranza. Con el combate de insectos, los respectivos rendimientos fueron 2698 y 3967 kg/ha. La Figura 4, muestra el número de plantas de maíz atacadas por Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) durante los primeros 50 días después de la siembra.

En el sistema M1, se cortó la vegetación original (Paspalum fasciculatum) a ras del suelo, y 22 días después de aplicó glifosato sobre los rebrotes, sembrando 7 días más tarde. Esto dejó una cobertura vegetal muy plana sobre el suelo, en contraste con el sistema M2, en el cual inicialmente se cortó la

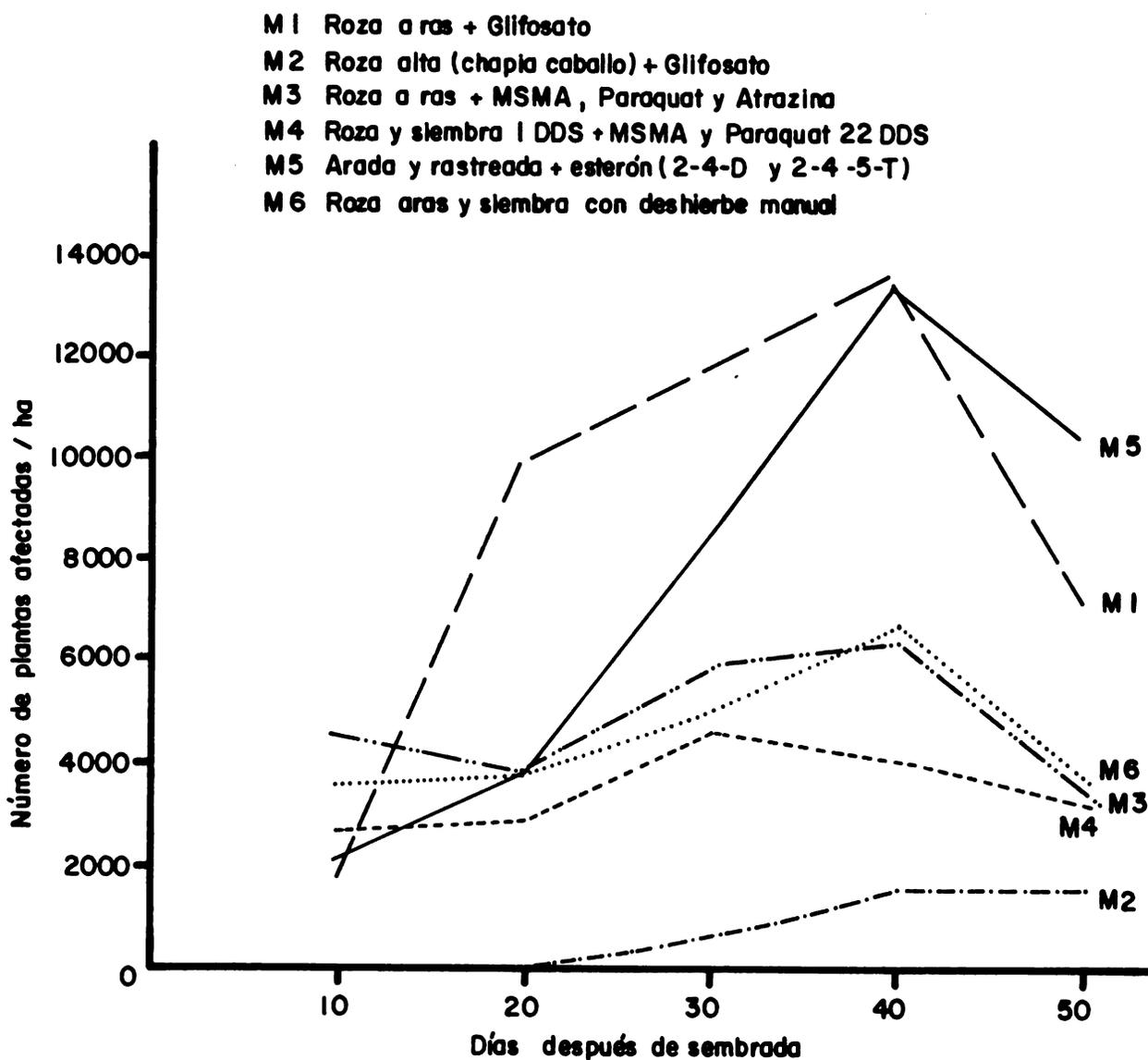


Fig. 4 Efecto de varios sistemas de manejo de malezas sin aplicación de insecticidas sobre la incidencia de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) durante los primeros 50 días de sembrado el maíz

vegetación a una altura de 50cms., aplicando glifosato a los rebrotes. Así el sistema M2 al igual que los otros, tenía una cobertura vegetal bastante gruesa.

Se cree que esta cobertura vegetal gruesa interfirió con los estímulos visuales y químicos de los insectos, en contraste con los sistemas de arado y con la cobertura muy plana, donde las plantas de maíz fueron más visibles (11).

El número de plantas de maíz dañadas por Diabrotica balteata Leconte, 15 DDS, en el mismo experimento también fue estimado (Figura 5). El ataque fue seis veces mayor en parcelas aradas que en las de cero labranza. Este aumento de colonización en parcelas aradas se cree que está relacionado con el alto contraste de color entre la planta y el suelo descubierto, y por una preferencia para ovipositar en suelos mecanizados (11).

Cuadro 8. Producción de maíz en parcelas aradas y no aradas, con y sin combate de plagas. Turrialba, Costa Rica. <sup>1/</sup>

Tratamiento	Rendimiento - TM/ha	
	Arado	No Arado
Testigo	2.8 e	3.6 c
Aldrin	3.8 bcd	3.8 bcd
Aldrin + F <sup>2/</sup>	3.7 bcd	3.8 bcd
Carbofuran	4.3 abc	4.8 a
Carbofuran + F	4.9 a	4.5 ab
Foliar	3.4 de	3.8 bc

<sup>1/</sup> Información adaptada de Shenk (54)

<sup>2/</sup> Aldrin y Carbofuran fueron aplicados al suelo a la siembra.  
F = combate de plagas del follaje

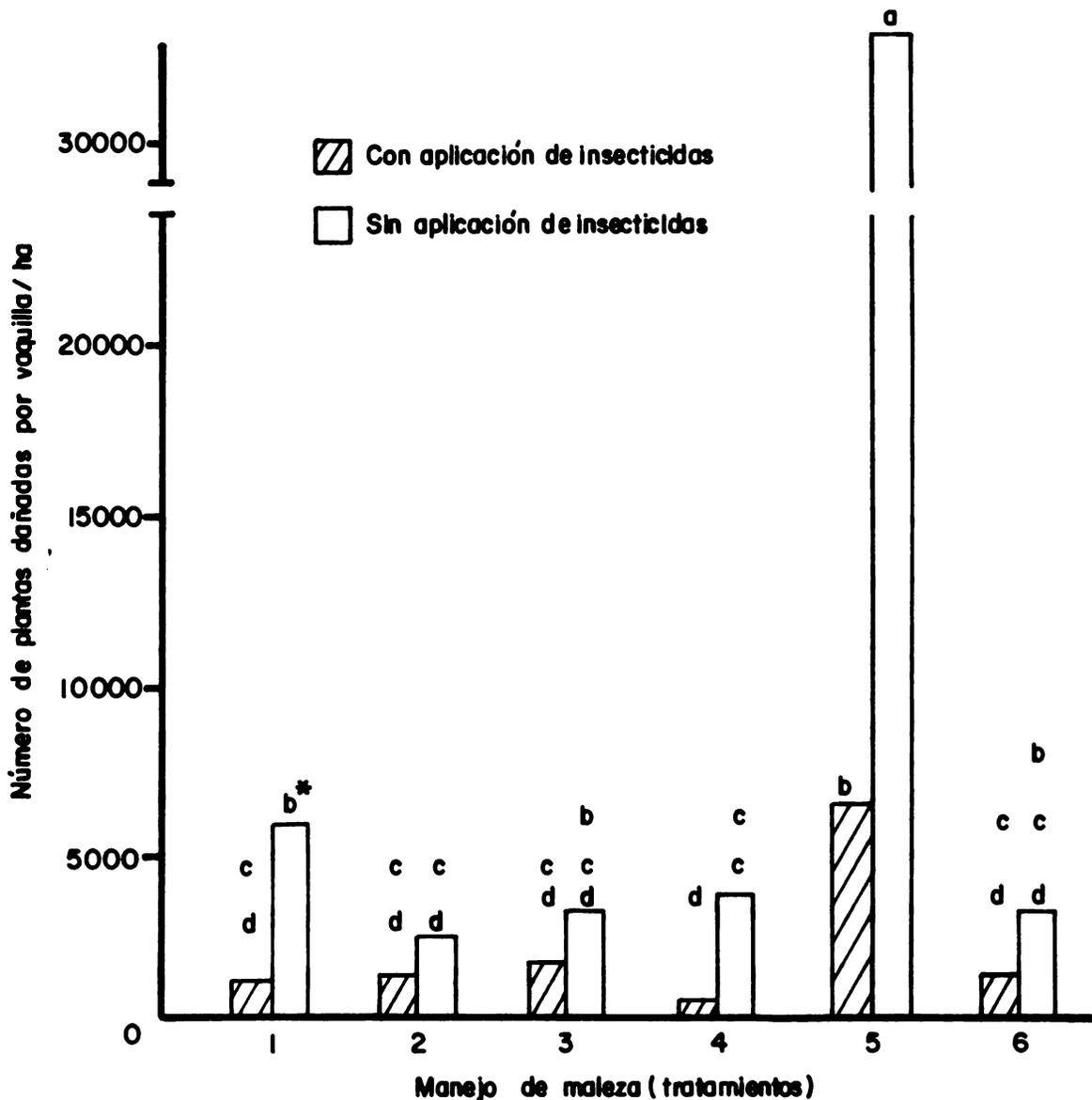


Fig. 5 Efecto de varios sistemas de manejo de malezas con y sin combate de insectos sobre el daño al follaje de maíz por adultos de *Diabrotica balteata*. A los 15 días de sembrado

\* Las columnas con la misma letra no son significativamente diferentes

En un trabajo realizado en Turrialba (54), se compararon seis tratamientos de combate de insectos bajo dos sistemas de labranza en un cultivo de maíz (Cuadro 8). Se aprecian que las pérdidas causadas por los insectos son significativamente mayores sin combate, cuando se mecaniza el terreno. Jiménez (26) trabajando en el mismo campo un ciclo después, reportó un promedio de 310 y 12.358 plantas/ha dañadas por S. frugiperda en parcelas bajo cero labranza y mecanización, respectivamente.

En otro experimento en la zona atlántica (55) se encontró que sin combate de insectos el rendimiento promedio de seis repeticiones fue 2077 kg/ha y 3086 kg/ha de maíz en grano para sistemas mecanizados y con cero labranza, respectivamente. Con combate de insectos, los rendimientos fueron 2489 y 3716 kg/ha, indicando daños parecidos en ambos tipos de labranza.

Carballo (12), trabajando en Turrialba, concluyó que los rendimientos más bajos se obtuvieron en sistemas arados sin combate de insectos. El hemíptero Cyrtimenus bergi (Froeschner) fue la plaga principal del suelo en parcelas aradas, reduciendo la emergencia de maíz en casi 50%. Este mismo sistema sufrió un mayor ataque de S. frugiperda y Diabrotica spp. en el follaje que los tratamientos bajo cero labranza.

Sin embargo, Phyllophaga spp. fue la que causó daños más severos en los sistemas mecanizados, aunque Musick (42) indica que la mecanización frecuentemente destruye las larvas de Phyllophaga. En general, los insectos del suelo redujeron la población de maíz y el número de mazorcas cosechables en parcelas mecanizadas, según lo indica el análisis de Carballo (12).

Las implicaciones que tienen estos resultados en los trópicos son importantes, sobre todo en áreas donde existen instituciones del Estado que promueven la mecanización en un esfuerzo por aumentar la producción de maíz. Parece conveniente evaluar la necesidad de combatir insectos en dichos casos, o de estudiar sistemas de cero labranza como una alternativa más viable, que reduciría la dependencia de insecticidas.

Algunos de los resultados reportados en este trabajo presentan ciertas discrepancias con datos provenientes de climas templados, lo cual no es sorprendente. El suelo es un ambiente dinámico de muchos procesos bióticos y químicos. La temperatura del suelo es más alta y uniforme durante el año en los trópicos y usualmente cuenta con una humedad relativa bastante alta. Estas condiciones contribuyen a la aceleración de los procesos biológicos y químicos, incluyendo la mineralización del suelo (23). Estos factores contribuyen a que la fertilidad del suelo sea mayor, sobre todo cuando el contenido de materia orgánica es tan alto como en la zona de estudio.

La diversidad de especies de plantas e insectos tiende a ser mayor en los trópicos, aumentando la posibilidad de existencia de un alto número de insectos depredadores en el cultivo de maíz. Esta puede ser una razón por la cual se observa una incidencia menor de insectos con cero labranza bajo condiciones tropicales.

### 3.6 Eficiencia en el uso de fertilizantes

La eficiencia en el uso de fertilizantes ha sido generalmente mayor sin labranza, especialmente en épocas de sequía. Jiménez (26) trabajando en un

suelo franco-arcilloso, mostró que durante la época seca el rendimiento de maíz fue mayor sin labranza y sin aplicación de nitrógeno que en el sistema mecanizado con 120 kg de nitrógeno/ha. En la época lluviosa, sin la aplicación de nitrógeno, el rendimiento fue ligeramente mayor sin labranza. Al aplicar 120 kg de nitrógeno/ha, el rendimiento aumentó en parcelas mecanizadas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Rendimiento de maíz en grano para dos sistemas de labranza con 0 y 120 kg N/ha en épocas seca y lluviosa. Turrialba, Costa Rica. 1981.<sup>1/</sup>

Forma de Preparación	Kg/ha maíz en grano 14% de humedad	
	Nitrógeno, 0 kg/ha	Nitrógeno, 120 kg/ha
Epoca Lluviosa		
Mecanizado	2572	3804
No labranza	2943	3218
Epoca Seca		
Mecanizado	2493	2808
No labranza	3194	3951

<sup>1/</sup> Información adaptada de Jiménez (26)

En otro experimento conducido durante la época lluviosa en suelos franco lúmosos en la zona Atlántica de Costa Rica, los rendimientos de maíz fueron significativamente superiores con cero labranza a 0 y 80 kg Nitrógeno/ha que con la mecanización (Cuadro 10).

Cuadro 10. Rendimientos de maíz en grano para dos sistemas de labranza con 0 y 80 Kg Nitrógeno/ha en un suelo franco limoso. San Luis-Guácimo, Costa Rica. 1980<sup>1/</sup>

Labranza	Kg/ha maíz en grano Nitrógeno kg/ha	
	0	80
Mecanizado	2126	2614
Cero labranza	3254	3574

<sup>1/</sup> Información tomada de Shenk (51)

Maldonado (39), estudió cuatro niveles de nitrógeno bajo dos sistemas de labranza durante tres ciclos, y reportó rendimientos de maíz similares para los dos tipos de labranza a un nivel determinado de nitrógeno, en la época lluviosa de 1978. En la época seca de 78-79, los rendimientos de maíz fueron superiores bajo cero labranza, a niveles de 75, 150 y 225 kg nitrógeno/ha. En el tercer ciclo, durante la época lluviosa de 1979, los rendimientos fueron mayores en parcelas aradas (Cuadro 11). El autor sugiere que el menor rendimiento sin labranza en el tercer ciclo (no se aplicó nitrógeno en este ciclo) se debe a la pérdida mayor de nitrógeno por percolación. Blevins et al (7) sugiere que la presencia de más espacios macroporosos, como resultado de la acción de lombrices y raíces de plantas, produce mejor drenaje y por consiguiente una mayor percolación de nitrógeno.

Investigaciones recientes (7, 45) demuestran que se puede aumentar la eficiencia de nitrógeno con un buen manejo: se recomienda aplicar no más de la mitad de nitrógeno en la siembra, y el resto debe aplicarse aproximadamente 40 DDS para evitar pérdidas. La historia del uso del campo es un factor importante.

Durante los primeros 2-4 ciclos de implementación de cero labranza, pueden ser necesarias mayores dosis de Nitrógeno. Después, por el equilibrio que se establece con las microfloras, el nivel de nitrógeno se iguala al del terreno arado (7, 15, 34).

Cuadro 11. Rendimiento de maíz a cuatro niveles de nitrógeno bajo dos sistemas de labranza durante tres ciclos de siembra. Turrialba, Costa Rica. 1980<sup>1/</sup>

Ciclo y Labranza <sup>2/</sup>	Kg/ha de maíz en grano 14% de humedad Nitrógeno (kg/ha)			
	0	75	150	225
Lluvioso - 1978	4100	5190	5820	5410
Mecanizado	4100	5190	5820	6410
No labranza	4250	5570	5810	5860
DMS 0,05 (kg/ha)-labranza	450			
nitrógeno	480			
Seco - 1978-1979 <sup>3/</sup>				
Mecanizado	1240	1630	1760	1690
No labranza	1120	2820	3780	3170
DMS 0,05 (kg/ha)-labranza	480			
nitrógeno	560			
Lluvioso - 1979 <sup>4/</sup>				
Mecanizada	2600	3940	4350	4270
No labranza	2210	2270	3110	3630

<sup>1/</sup> Información adaptada de Maldonado (38)

<sup>2/</sup> Pluviosidad durante los primeros 45 días de cada una de las tres siembras: 296,1 mm; 90 mm y 278,2 mm respectivamente.

<sup>3/</sup> Maíz asociado con frijol: rendimiento promedio de frijol en grano fue 1000 kg/ha y 1450 kg/ha para la no labranza y la mecanización respectivamente.

<sup>4/</sup> Se aplicó Nitrógeno solamente en los primeros ciclos.

### 3.7 Eficiencia energética y económica

Leach (36) examinó la eficiencia energética para diferentes sistemas de producción agrícola. Los sistemas primitivos que usan básicamente fuerza humana producen mucho más energía (calorías), por cada unidad de energía invertida. Los sistemas de producción intensivos que dependen de mucha energía derivada de los hidrocarburos son ineficientes al punto que pueden llegar a producir apenas una caloría en el producto ingerible por caloría gastada. Varios autores reportan que la no labranza y labranza mínima requieren menos energía que los sistemas mecanizados, y frecuentemente han demostrado que la eficiencia económica es mayor con estas técnicas (3, 7, 21, 44, 45, 46, 47).

Los fertilizantes inorgánicos, maquinaria y combustible, representan un porcentaje alto del costo de la producción agrícola moderna (3, 7, 34, 44, 45). A medida que se reduce su disponibilidad y aumenta su precio, las consideraciones energéticas serán de mayor importancia en el diseño de sistemas agrícolas. Así lo demuestran algunos análisis energéticos de varios sistemas de producción agrícola.

Jiménez (26) estudió seis sistemas de producción que incluyen frijol común (Phaseolus vulgaris L.) frijol lima (Phaseolus lunatus L.) y maíz en monocultivo, frijol común-maíz, frijol lima-maíz y frijol común-frijol lima asociados en la primera siembra seguido por maíz solo en la segunda siembra. Cada sistema fue repetido con preparación mecanizada del terreno y con cero labranza utilizando 0 y 120 kg Nitrógeno/ha.

En el Cuadro 12, se presentan los coeficientes de eficiencia energética, definida como la energía producida en granos/energía cultural invertida en

Cuadro 12. Rendimientos y coeficientes de eficiencia energética para diferentes sistemas de producción con dos niveles de nitrógeno bajo dos tipos de labranza. Turrialba, Costa Rica. 1981<sup>1/</sup>

Sistemas de Producción <sup>2/</sup>	Tipo de Labranza <sup>3/</sup>	Nitrógeno kg/ha	Coefficiente de eficiencia energética	Rendimientos en grano Frijol común	Frijol lima	(kg/ha) maíz <sup>4/</sup>
1) M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	C.L.	0	8.65			6137
2) M + F <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	C.L.	0	6.8	620		5353
3) B <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	C.L.	0	5.96	1685		3027
4) B + L <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	C.L.	0	5.51	1442	657	4795
5) M + L <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	C.L.	0	5.43		655	1901
6) B <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	Mec.	0	5.05	1678		4901
7) M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	N.L.	120	5.03			7169
8) M + F <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	Mec.	0	4.98	442		5386
9) M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	Mec.	0	4.8			5065
10) M + F <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	C.L.	120	4.69	1448		6434
11) M + L <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	N.L.	120	4.26		692	6935
12) M + F <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	Mec.	120	4.19	1329		7131

<sup>1/</sup> Información adaptada de Jiménez (26)

<sup>2/</sup> M<sub>1</sub>, F<sub>1</sub>, L<sub>1</sub> = Maíz o frijol común o frijol lima, respectivamente, como monocultivo 1er. ciclo.

M + F<sub>1</sub> = Maíz asociado con frijol común en el 1er. ciclo.

N + L<sub>1</sub> = Maíz asociado con frijol lima en el 1er. ciclo.

F + L<sub>1</sub> = Frijol común asociado con frijol lima en el 1er. ciclo.

M<sub>2</sub> = Maíz en monocultivo en 2do. ciclo.

<sup>3/</sup> C.L. = Cero labranza (glifosato 1,5 kg equivalente ácido, 8 días antes de la siembra).

Mec. = Mecanizada = arado + rastreada + pendimetalin 1,2 kg/ha preemergente seguido por paraquat 0,2 kg/ha.

<sup>4/</sup> Incluye el rendimiento de maíz en ambas cosechas.

el sistema. (La energía cultural no incluye la energía de la radiación solar). Ocho de los doce sistemas más eficientes fueron bajo cero labranza y apenas cuatro incluyeron aplicación de nitrógeno.

Maldonado (39) determinó la eficiencia energética calculando la energía gastada en producir \$100 netos/ha. Los sistemas con no labranza fueron más eficientes que el sistema mecanizado (Cuadro 13). Aunque debe notarse que la eficiencia se redujo con la aplicación de nitrógeno.

Cuadro 13. Energía (Mega-Joule) requerida para generar \$100 netos/ha con tres sistemas de manejo de la vegetación con cuatro niveles de nitrógeno durante tres ciclos de siembra; maíz seguido por maíz asociado con frijol seguido por maíz. Turrialba, Costa Rica. 1980<sup>1/</sup>

Nitrógeno (kg/ha)	Mega-Joules/\$100 ingreso neto <sup>2/</sup>		
	Arado	No labranza y quema	No labranza y glifosato
0	818	164	79
75	1072	660	776
150	1556	1227	1142
225	2263	1736	1623

<sup>1/</sup> Información adaptada de Maldonado (39)

<sup>2/</sup> Energía cultural incluye la energía de mano de obra humana y la de los fertilizantes, plaguicidas, maquinaria y combustible. No incluye energía fotosintética. 1 mega-joule = 283,83 kilocalorías.

Como se observó en los Cuadros 1, 3 y 4, los sistemas de manejo de la vegetación con cero labranza son generalmente menos costosos que los sistemas mecanizados. Así lo reporta Maldonado (39) al analizar la eficiencia económica para producir \$100 de ingreso neto/ha (Cuadro 14).

Cuadro 14. Costo para producir \$100 neto/ha con tres sistemas de manejo de la vegetación y con cuatro niveles de nitrógeno durante tres ciclos de siembra: maíz seguido por maíz asociado con frijol, seguido por maíz. Turrialba, Costa Rica. 1980<sup>1/</sup>

Sistema de Labranza	Costo para producir \$100 neto/ha nivel de N (kg/ha)				$\bar{X}$
	0	75	150	225	
Arado	105	63	61	69	74
No labranza - quema	74	42	47	47	52
No labranza - glifosato	77	50	43	46	54
$\bar{X}$	85	52	50	54	

<sup>1/</sup> Información adaptada de Maldonado (39)

En contraste con la eficiencia energética, económicamente es más eficiente aplicar nitrógeno. Esta mayor eficiencia económica resulta parcialmente de los precios altos del maíz y del frijol. (\$200 y \$572.60/TM respectivamente), y por la buena respuesta de los cultivos a la aplicación de nitrógeno. (Los rendimientos aparecen en el Cuadro 11).

Jiménez (26) y Zaffaroni (59) reportaron una mayor eficiencia económica en la producción de maíz con cero labranza. Jiménez logró alcanzar el valor más alto con 120 kg nitrógeno/ha, en ambos tipos de labranza, por el sistema maíz y frijol asociados.

El análisis económico de otros ensayos de dos ciclos en la zona Atlántica ofrece resultados semejantes, con gran ventaja de los tratamientos bajo cero labranza sobre las parcelas mecanizadas (Figura 6). Un análisis simple de dominancia según beneficios netos muestra que cualquier tratamiento con no labranza es económicamente superior a los de labranza mecanizada, independientemente

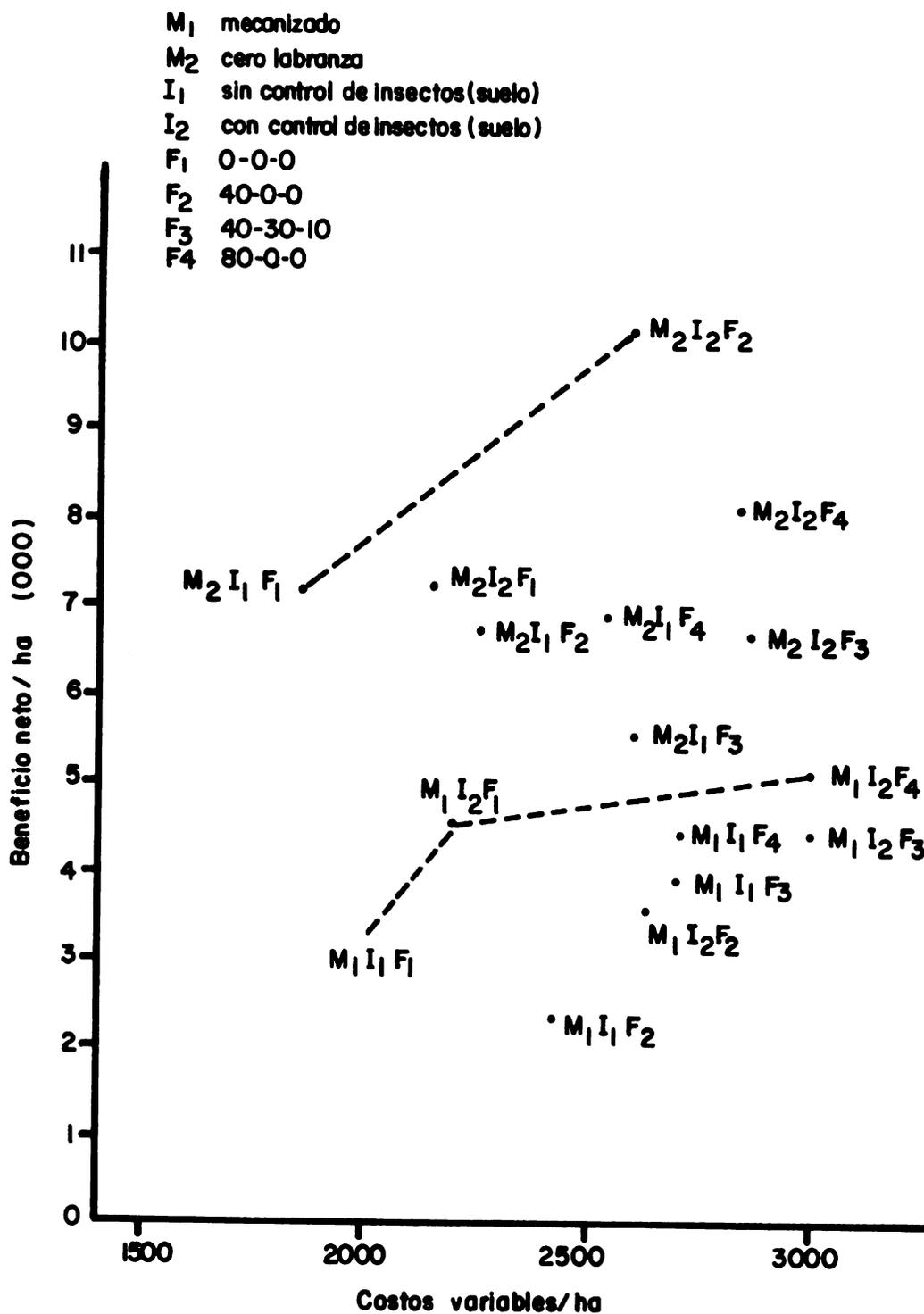


Fig.6 Curvas de beneficio neto segun tratamientos dominantes.  
Guácima. Precios del primer semestre, 1981

al control de insectos del suelo y de los niveles de fertilizante. Sin embargo, es también apreciable el mayor beneficio de los tratamientos que incluyen el uso de nitrógeno: 40 kg/ha y 80 kg/ha por parcelas bajo cero labranza y mecanización, respectivamente.

#### 4. Cero Labranza con Otros Sistemas de Cultivos

Existen otras experiencias del uso de cero labranza en otros sistemas de cultivos que no siempre incluyen maíz. Tal es el caso de frijol y yuca (Manihot esculenta Crantz) que a pesar de no ser abundantes en número, son interesantes en su contenido.

El frijol en monocultivo respondió muy bien en un experimento en la zona Atlántica, con rendimientos de 1834 y 1169 kg/ha de frijol en grano para sistemas de cero labranza y mecanización respectivamente (53).

En el estudio de Jiménez (26), sin aplicación de nitrógeno, los rendimientos de frijol común fueron 1685 y 1678 kg/ha para cero labranza y mecanización, respectivamente. Al aplicar 120 kg nitrógeno/ha los respectivos rendimientos fueron 2908 y 2694 kg/ha, confirmando el buen comportamiento del frijol común bajo cero labranza.

Burity (10) sembró frijol asociado con yuca y reportó rendimientos de frijol en grano de 774 kg/ha sin labranza y 623 kg/ha con el sistema mecanizado.

Crissien (14) y Maldonado (39) sembraron maíz y frijol asociados. Ambos reportaron rendimientos inferiores de frijol en grano con cero labranza. (Cuadros 7 y 11). Sin embargo, en ambos casos el maíz en parcelas sin labranza

fue más alto y vigoroso, y su rendimiento en grano fue significativamente mayor que en tratamientos mecanizados, sugiriendo gran competencia del maíz. Por otra parte, se observaron mayores ataques de babosas en parcelas sin labranza, aunque no se midió el efecto de este ataque sobre el rendimiento. Este mismo tipo de ataque un poco más severo se detectó en frijol lima sin labranza (Cuadro 15). Al sembrar frijol lima asociado con maíz, el número de plantas de frijol lima cortadas por babosas fue mucho menor que cuando se sembró solo.

Un significativo porcentaje de la producción de frijol común en Costa Rica se realiza sin labranza, con un sistema conocido como "frijol tapado" (25, 53). Esta práctica consiste en cortar la vegetación a ras del suelo, a veces picándola, después de haber regado la semilla de frijol en el área escogida. El frijol tapado, también utilizado en otras áreas de América Central, tiene un rendimiento promedio de 410 kg/ha en Costa Rica. Este bajo rendimiento se atribuye, entre otros factores, al ataque de babosa. Para que la producción de frijol sea estable bajo cero labranza, se debe combatir esta plaga.

En un experimento de diferentes sistemas de siembra de maíz y frijol con tres tipos de labranza, se demostró que si las cañas de maíz de la cosecha anterior quedan erectas, se aumenta el número de mazorcas afectadas por el hongo Diplodía spp. en la siguiente siembra (13). Para evitar este problema con cero labranza, es aconsejable tumbar las cañas viejas después de realizar la siembra.

Cuadro 15. Plantas/ha de frijol lima dañadas por babosa (Mollusca y Gastropoda) y plantas/ha de maíz dañadas por Spodoptera frugiperda, en monocultivo y policultivos bajo dos sistemas de labranza. Turrialba, Costa Rica. 1980<sup>1/</sup>

Sistema de Cultivos	Plantas/ha de frijol lima dañadas por babosa	Plantas/ha de maíz dañadas por <u>S. frugiperda</u>	Rendimiento en grano (kg/ha)	
			Frijol Lima	Maíz
<b>Monocultivo</b>				
<u>Arado</u>				
Frijol lima	2220	-----	1466	----
Maíz	----	14012	----	2808
<u>Cero labranza</u>				
Frijol lima	24800	----	756	----
Maíz	----	212	----	3958
<b>Cultivos Asociados</b>				
<u>Arado</u>				
Frijol lima + maíz	80	----	1216	----
<u>Cero labranza</u>				
Frijol lima + maíz	6200	----	692	----

<sup>1/</sup>Información adaptada de Jiménez (26)

En el cultivo de la yuca hay indicios de que la textura del suelo es factor crítico en la viabilidad de la cero labranza. Burity (10), trabajando en un suelo franco-arcilloso, obtuvo rendimientos promedio de raíces totales de 42,2 y 33,5 TM/ha con mecanización y cero labranza respectivamente. Cuando la yuca se sembró con frijol, los respectivos rendimientos fueron de 21 y 17 TM/ha.

A la vez, el porcentaje de raíces comerciales fue mayor bajo mecanización.

Por otro lado, en un suelo franco-limoso con yuca y frijol asociado, el rendimiento de raíces totales fue igual para los dos tipos de labranza, y no se notó diferencia alguna en el número de raíces comerciales en este suelo liviano (50). La1 (33) reportó rendimientos de yuca superiores con cero labranza en un suelo de textura liviana-mediana en Nigeria.

Dos ensayos de mínima labranza en Nicaragua con maíz y algodón brindaron resultados muy promisorios<sup>1/</sup>. Se sembró maíz en mayo y se cosechó como forraje los primeros días de julio, y el día siguiente se sembró algodón aplicando un herbicida de contacto al momento de la siembra. Durante el ciclo de vida del algodón se combatieron las malezas con aplicaciones de herbicidas de contacto. El rendimiento de algodón en rama fue de 2561 y 2551 kg/ha con cero labranza y mecanización respectivamente. Además de reducir los costos de producción, se obtuvo el valor adicional del forraje de maíz, resultando un ingreso neto de 129.8% mayor con cero labranza. Otro beneficio directo fue la reducción de la erosión eólica.

No se conocen trabajos de investigación sobre la mínima y la cero labranza en otros cultivos en América Central. Sin embargo, se ha observado su uso en el establecimiento de caña de azúcar, café, banano, cacao y pejibaye. Después de aplicar herbicidas se hace un surco u hoyo mínimo para realizar la siembra o el trasplante del cultivo, y se continúan combatiendo las malezas con herbicidas. A pesar de no disponer de datos, comparando este sistema con la preparación

---

<sup>1/</sup>Comunicación personal con el Ing. Mario Correa

mecanizada de los campos, los resultados parecen ser muy buenos, además de que se emplea en pendientes y campos tan pedregosos que muchas veces no se podrían mecanizar.

Aunque se reconoce que la cero y mínima labranza no es una panacea para todas las situaciones, se cree que sí puede presentar ventajas en muchos casos, y merece más estudio en diversos cultivos tropicales. Incluido en dichos estudios debe estar el uso de cultivos de cobertura total (33), o de plantas perennes en fajas, tal como Leucaena spp. con cultivos anuales sembrados entre las hileras de los perennes después de una poda (24). Además de asegurar mejor la conservación de los suelos, el uso de leguminosas y la cero labranza en esta forma puede mejorar la fertilidad del suelo, reduciendo aún más la dependencia de insumos derivados de recursos no renovables como el petróleo.

5. Bibliografía Consultada

1. ALLISON, F.E. 1973. Soil Organic matter and its role in crop production. Development in Soil Science, No. 3. Amsterdam, Elsevier. 673 p.
2. ALL, J.N. 1980. Pest management decisions in no-tillage agriculture. P. 1-6. In R.N. Gallaher, ed. Proc. of the third annual no-tillage systems conference. Theme: Energy relationships in minimum tillage systems. University of Florida, Gainesville.
3. ALLAN, R., B.A. STEWART, and P.W. UNGER. 1977. Conservation tillage and energy. J. Soil and Water Cons. 32: 84-87.
4. ALTIERI, M.A., DOLL y A. VAN SHOONHAVEN. 1977. Interacciones entre insectos y malezas en mono y policultivos de maíz y frijol. Revista COMALFI (Colombia) 4(4):171-208.
5. BLEVINS, R.L., S.H. COOK, S.H. PHILLIPS, and R.E. PHILLIPS. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. Agron. J. 63: 593-596.
6. \_\_\_\_\_, G.W. THOMAS y R.L. CORNELIUS. 1977. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. Agron. J. 69: 383-386.
7. \_\_\_\_\_, W.W. FRYE, and M.J. BITZER. 1980. Conservation of energy in no-till systems by management of nitrogen. Pages 14-20 In R.N. Gallaher, ed. Proc. of the third annual no-tillage systems conference. Theme: Energy relationships in minimum tillage systems. University of Florida. Gainesville.
8. BURGOS, C. 1981. Informe Anual. Enero-diciembre 1981. Agrónomo especialista manejo de cultivos y suelos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 23p.
9. \_\_\_\_\_, y R. MENESES. 1978. Efecto en el suelo y en rendimiento de maíz de tres métodos de laboreo en Guápiles, Costa Rica. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 24a., El Salvador, CENTA. V.2 pp M22/1-9.
10. BURITY, H.A. 1979. Evaluación agro-económica del efecto del manejo de la vegetación previa a la siembra para los sistemas yuca y yuca asociado con frijol. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 141p.
- (11) CARBALLO VARGAS, M. 1979. Incidencia de plagas en maíz (Zea mays L.) bajo diferentes sistemas de manejos de malezas. Tesis Ing. Agro. Guápiles, Costa Rica. Universidad, Centro Universitario del Atlántico, 89p.
12. \_\_\_\_\_, 1982. Manejo del suelo, rastrojo y plagas - interacciones y efecto sobre el maíz (Zea mays L.) Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 94p.

13. CATIE. Informe de progreso 1980. Serie Institucional, Informe Anual No. 2. Turrialba, Costa Rica. 1981. 62p.
14. CRISSIEN, J. 1979. Efecto de fuentes y dosis de fósforo en la producción del sistema maíz y frijol bajo dos métodos de labranza. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 87pp.
15. CROVETTO, C. 1981. Consideraciones sobre la cero labranza. Agricultura de las Américas. Agosto 1980.
16. EHLERS, W. 1975. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled soil. Soil Sci. 119(3):242-249.
17. ESCOBAR, G. 1980. "Delimitación y cuantificación del área de trabajo en el Atlántico Norte de Costa Rica". Documento interno de trabajo. IPPC/CA-333. Turrialba, Costa Rica. 1981.
18. FAUCK, R. 1977. Erosion and mechanization. In Soil Conservation and Management Practices in the humid tropics. Edited by D.J. Greenland and R. Lal. John Wiley and Sons. Chchester. p. 189-193.
19. FAULKNER, E.H. 1943. Plowman's folly. Univ. of Okla Press. Norman.
20. GREGORY, W.W. and H.G. RANEY. 1981. Pests and their control, insect management. Pages 55-68 In R.E. Phillips, G.W. Thomas, and R.L. Blevins, eds. No-tillage research: research reports and reviews. Univeristy of Kentucky. Lexington.
21. GRIFFITH, D.R.J.V. MANNING, and W.C. MOLDENHAUER. 1977. Conservation tillage in the eastern Corn Belt. J. Soil and Water Cons. 32: 20-28.
22. GUEVARA, C.J. 1964. Efecto de las prácticas de siembra y de cultivos sobre plagas de maíz y frijol. Fitotecnia Latinoamericana (Costa Rica) 1 (1): 15-26.
23. HARDY, F. 1970. Edafología tropical. México, D.F. Herrero. 416 p. (traducido del inglés por R. Bazán).
24. IITA. 1981. Conservation farming, techniques and tools for small farmers in the humid tropics. IITA-Sri-Lanka, Program. Colombo, Sri Lanka. 19pp.
25. JIMENEZ, E.S. 1978. Comentarios sobre la producción de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(1):103-110
26. JIMENEZ, T. 1981. Desempeño de sistemas de cultivos con maíz, frijol común y frijol lima, en dos tipos de laboreo del suelo y dos niveles de fertilización con nitrógeno. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 76pp.

27. KETCHESEN, J.W. 1980. Effect of tillage on fertilizer requirement for corn on a silt loam. *Soil Agron. J.* 72:540-542.
28. LAL, R. 1974a. Soil temperature, soil moisture, and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. *Plant and Soil.* 40:129-143.
29. \_\_\_\_\_. 1974b. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. *Plant and Soil* 40:321-331.
30. \_\_\_\_\_. 1975. No-tillage effects on soil conditions and crop response on an alfisol in Southern Nigeria. *Am. Soc. Agron. Abstr.* p. 38.
31. \_\_\_\_\_. 1974. Role of mulching techniques in tropical soil and water management. Ibadan, Nigeria, IITA. Technical Bulletin No. 1. 38pp.
32. \_\_\_\_\_. 1976. No tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. *J. Soil Science Soc. of America* 40(5):761-8.
33. \_\_\_\_\_. 1978. Influence of within-and between- row mulching on soil temperature, soil moisture, root development and yield of maize (*Zea mays* L.) in a tropical soil. *Field Crop. Res.* 1:127-139.
34. \_\_\_\_\_. No tillage farming in the tropics. 1981. Pages 103-151. In R.E. Phillips, G.W. Thomas, and R.L. Blevins, eds. No tillage research: Research reports and review. University of Kentucky, College of Agriculture and Agricultural Experiment Station. Lexington.
35. \_\_\_\_\_, P. MAURYA, and S. OBEI-YELBOAH. 1978. Effects of no-tillage and ploughing on efficiency of water use in maize and cowpea. *Expl. agric.* 14:113-120.
36. LEACH, G. 1976. Energy and production. IPC Science and Technology Press. Guildford, England. 137pp.
37. LESSITER, F. 1981. Farmers looking for 21.3% no tillage increase this year. In *NO-TILL FARMER.* 9(3): 4-5. Milwaukee.
38. \_\_\_\_\_. 1981. Nitrogen buildup takes time. In *NO-TILLAGE FARMER.* 9(11) p.1.
39. MALDONADO, M. 1980. Evaluación agro-económica y energética de la capacidad de substitución de diferentes métodos de laboreo a distintos niveles de fertilización nitrogenada en sistemas de maíz y frijol. Tesis, Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica UCR/CATIE. 112p.
40. MOSCHLER, W.W., G.M. SHEAR and D.C. MARTENS. 1972. Comparative yield and fertilization efficiency of no-tillage and conventionally tilled corn. *Agron. J.* 64:229-231.
41. \_\_\_\_\_, D.C. MARTENS and G.M. SHEAR. 1975. Residual fertilizer in soil continuously field cropped to corn by conventional tillage and no tillage methods. *Agron. J.* 67:45-48.

42. MUSICK, G.J. 1970. Insect problems associated with no-tillage corn production. Proc. N.E. No-tillage Conference. 1:44-59.
43. PANIAGUA, O. 1982. Tipos de manejo del suelo y de insectos; sus efectos e interacciones biológicas, económicas y energéticas sobre dos variedades de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 1982. 73p.
44. PHILLIPS, S.H. and H.M. YOUNG, Jr. 1973. No-tillage farming. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin. 224pp.
45. PHILLIPS, R.E., R.L. BLEVINS, G.W. THOMAS, W.W. FRYE, and S.H. PHILLIPS. 1980. No-tillage agriculture. Science 208 (4448): 1108-1113.
46. REICOSKY, D.C., D.K. CASSEL, R.L. BLEVINS, W.R. GILL, and G.C. NADERMAN. 1977. Conservation tillage in the Southeast. J. Soil and Water Cons. 32(1):13-19.
47. SHEAR, A.M., and W.W. MOSCHLER. 1969. Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods. A six year comparison. J. 58:157-159.
48. REYES, J. 1976. *Bidens pilosa*: Una maleza con posibilidades de ser incluida en el control integrado de plagas de la caña de azúcar. In Primer Encuentro regional sobre integración malezas-cultivos-insecto. CIAT, Palmira, 1976.
49. SHENK, M. 1979. Reporte Anual 1979. Proyecto Combate de Malezas. Oregon State University/CATIE/USAID. Experimento 79-3. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
50. \_\_\_\_\_. 1980. Reporte Anual 1980. Proyecto Combate de Malezas. Oregon State University/CATIE/USAID. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 20p.
51. \_\_\_\_\_. 1981. Reporte Anual para 1981. Proyecto IPPC/CATIE/USAID. Combate de Malezas. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 7p.
52. \_\_\_\_\_, E. LOCATELLI. 1978. Reporte Anual Proyecto Combate de Malezas. Oregon State University/CATIE/USAID. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
53. \_\_\_\_\_, E. LOCATELLI, H. BURITY and E. ZAFFARONI. 1979. Respuesta de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a diferentes manejos de la vegetación. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 25a., Tegucigalpa, Honduras. Memoria. Honduras. Secretaría de Recursos Naturales Renovables. 1979. Vol. III L 19/1-8.
54. \_\_\_\_\_, M. CARBALLO, and J. SAUNDERS. 1980. Interacciones entre sistemas de manipulación de malezas y combate de plagas en maíz. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 26a., Guatemala, Resúmenes, Guatemala, ICTA.

55. \_\_\_\_\_, and J. SAUNDERS. 1982. Interacciones entre dos sistemas de labranzas, combate de insectos y cuatro niveles de fertilidad en un sistema de producción de maíz en la zona Atlántica de Costa Rica. Presentado en la XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica. 8p.
56. SINGH, T.A., G.W. THOMAS, W.W. MOSCHLER and D.C. MARTENS. 1966. Phosphorus uptake by corn (*Zea mays* L.) under no-tillage and conventional practices. *Agron. J.* 58:147-148.
57. TRIPLETT, G.B. 1976a. Management of weeds in reduced tillage systems. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 22:298-9.
58. van DOREN, D.M., Jr. and R.R. ALLMARAS. 1978. Effect of residue management practices on the soil physical environment, microclimate, and plant growth. Pages 49-83 In W.M. Lewis, H.M. Taylor, L.F. Wlech, and P. Unger, eds. *Crops Residue Management Systems*. Am Soc. of Agro., Crop Sci. Soc. Am. and Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wisconsin. 248 pp.
59. ZAFFARONI, E., H. BURITY, E. LOCATELLI, and M. SHENK. 1979. Influencia del no laboreo en la producción de maíz y frijol en Turrialba, Costa Rica. In *Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas*, 10a., Acapulco, México. Resúmenes de ponencias. México, ALCA. p. 48.