

AGRICULTURA SIN LABOREO

Tc
UVV
Agro
F90
1983

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ciencias Agrícolas

AGRICULTURA SIN LABOREO

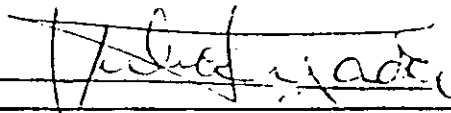
JORGE ANTONIO FUENTES

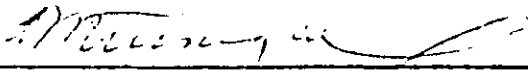
Modelo de trabajo profesional para optar
al grado académico de
Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala

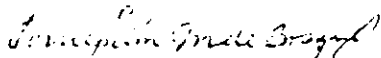
1983

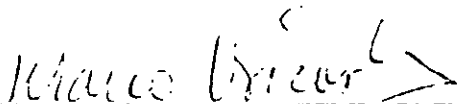
Vo. Bo. :

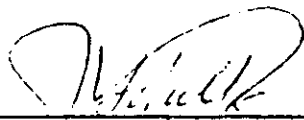
(f) 
Ingeniero Julio R. Tejada
Asesor

(f) 
Ingeniero Marco T. Urizar
Director Depto. Ciencias Agrícolas

Tribunal:

(f) 
Lda. Concepción M. de Bosque

(f) 
Lic. Marco Urizar Montorieff

(f) 
Ing. Manuel del Valle

Fecha de aprobación: 18 de noviembre de 1983.

A MI DIOS

A MIS PADRES

Lic. José Antonio Fuentes Monzón
Ivette Serrano de Fuentes

A MI TIO

Ing. Jorge Serrano Elías

A MIS ABUELAS

Rosa Elías v. de Serrano
Emilia Elías v. de Font

A MIS HERMANOS

Ivette Fuentes de González
Juan Carlos y Claudia María Fuentes Serrano

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a los siguientes profesionales por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo:

- Ing. Agr. José Jesús Pantzay (Ms.Sc.)
- Ing. Agr. Marco Tulio Urizar Montúfar
- Ing. Agr. Manuel Carballo Vargas (Ms.Sc.)

Guatemala, Noviembre de 1983

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	9
III HISTORIA	11
IV METODO DE APLICACION DE LA TECNICA	17
A. Preparación del suelo y control de malezas	17
B. Siembra	20
C. Fertilización	22
V VENTAJAS	23
A. Reducción de la erosión inducida	23
B. Mejora la disponibilidad de agua del suelo	27
C. Aumento mantenimiento de la productividad	30
D. Incremento del contenido de materia orgánica en el suelo	32
E. Disponibilidad de nutrimentos	35
F. Mejora las condiciones físicas del suelo	37
G. Incremento de la infiltración	40
H. Control de la salinidad del suelo	41
I. Mayor eficiencia en el control de malezas	41
J. Mayor oportunidad para las siembras de segunda	48
K. Permite cultivar terrenos que se consideraban marginales para el laboreo convencional	49
L. Mejora la oportunidad de decisiones	51
M. Aumenta la eficiencia del riego	52
N. Algunas condiciones en que el manejo de suelos y de rastrojos reducen el problema de plagas	53
O. El método sin laboreo es energéticamente más eficiente	58
P. Mayor eficiencia económica	62

	Página
VI DESVENTAJAS	64
A. Reducción de la productividad	64
B. Bajas temperaturas en el suelo	65
C. Retraso en el desarrollo inicial del cultivo	66
D. Mayor incidencia de plagas y enfermedades	67
E. Mayores requerimientos de semilla y fertilizantes nitrogenados	75
F. No se pueden cosechar los residuos del cultivo anterior	75
G. Riesgo de quema	76
VII CULTIVOS EN LOS QUE YA SE APLICA ESTE METODO	77
VIII IMPORTANCIA PARA GUATEMALA	90
A. Reducción de la erosión	90
B. Incremento en la producción	92
C. Materia orgánica	92
D. Maquinaria	93
E. Combustible	93
IX IMPORTANCIA PARA EL AGRICULTOR	95
X CONCLUSIONES	97
XI RECOMENDACIONES	101
XII GLOSARIO	103
XIII BIBLIOGRAFIA	105

INDICE DE CUADROS

	Página
1. Efecto del "mulch" sobre la erosión en un suelo con 15% de pendiente, medido en toneladas por hectárea.	23
2. Pérdida de suelo en cuencas cultivadas con maíz, empleando las técnicas de laboreo convencional y sin laboreo.	24
3. Pérdida de suelo bajo varios tratamientos.	25
4. Escurrimiento y erosión bajo varios tratamientos de laboreo en suelo franco-limoso, con 5% de pendiente.	26
5. Pérdidas de suelo en condiciones extremas de precipitación (127 mm de lluvia en 12 horas).	26
6. Humedad y tensión de adhesión al suelo 40 días después de sembrar durante los cuales hubo precipitación de 90 mm bajo tres tipos de manejo de suelos y malezas.	28
7. Promedio de 4 años de evaporación y transpiración del suelo y el cultivo de maíz, con diferentes sistemas de laboreo; de 1970 a 1973. Unidades en cm.	29
8. Medias de rendimiento y pudrición de mazorca de dos sistemas de laboreo. Cuyuta-Guatemala 1981	31
9. Capacidad de intercambio de algunos minerales arcillosos, óxidos amorfos y materia orgánica.	33
10. Disponibilidad del fósforo con y sin laboreo en libras por acre.	35
11. Cantidades de nitrógeno depositadas con el agua de lluvia en los suelos tropicales en kg/ha.	36
12. Efecto del sistema de laboreo, sobre las lombrices, bajo diferentes rotaciones del cultivo, en Nigeria.	38

	Página
13. Rendimiento de maíz, costo de combate de malezas y costo de la práctica del agricultor con predominancia de malezas anuales. Fechas de siembra, Septiembre 1977 época seca y enero 1978 época húmeda.	43
14. Rendimientos, costos y labor por hectárea de cinco sistemas de combate de malezas, con predominancia de malezas anuales.	44
15. Rendimiento, labor y costo/ha de tres sistemas de combate de malezas con predominancia de malezas perennes.	45
16. Rendimiento de maíz y costo de cinco sistemas de combate de malezas perennes en tres localidades: Asbana, Diamantes y Guácimo.	46
17. Condiciones de las malezas al momento de la cosecha de maíz bajo dos sistemas de labranza.	47
18. Peso y número de malezas al aplicar el sistema sin laboreo y mecanizado.	47
19. Pérdida de suelo por erosión en una cuenca de 0.8 ha cultivadas de maíz, bajo dos métodos de laboreo.	50
20. Producción de maíz en parcelas con y sin laboreo con y sin combate de plagas.	57
21. Las necesidades totales de potencia por hectárea para la preparación de la tierra y la siembra con los métodos convencional y sin laboreo.	59
22. Energía (en mega-julios) requerida para generar US\$100 netos/ha con tres métodos de manejo de la vegetación, con cuatro niveles de nitrógeno durante tres ciclos de siembra; 1) maíz, 2) maíz asociado con frijol y 3) maíz.	59
23. Número de desplazamientos y operaciones sobre el campo según el sistema de laboreo.	60
24. Comparación de la incidencia del ataque de insectos en diferentes	69

	Página
25. Comparación de la incidencia del ataque de insectos en diferentes cultivos, con y sin laboreo.	70
26. Comparación de la incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo del maíz al aplicar las técnicas con y sin laboreo.	71
27. Comparación de la incidencia de enfermedades bacterianas y virosas en el cultivo del maíz al aplicar las técnicas con y sin laboreo.	72
28. Comparación de la incidencia de las enfermedades fungosas, en el cultivo de soya al aplicar las técnicas con y sin laboreo.	73
29. Comparación de la incidencia de enfermedades bacterianas y virosas en el cultivo de soya al aplicar las técnicas con y sin laboreo.	74
30. Rendimientos de arroz bajo los dos sistemas en Ton/ha.	77
31. Rendimientos de arroz en inundación empleando las dos técnicas. Ton/ha.	78
32. Rendimiento de cereales bajo las dos técnicas Kg/ha.	79
33. Productividad del cowpea con los dos métodos de laboreo, en Nigeria.	79
34. Rendimiento de maíz a cuatro niveles de nitrógeno bajo dos sistemas de labranza durante tres ciclos de siembra.	82
35. Efecto del laboreo en los rendimientos de la remolacha azucarera.	84
36. Rendimiento del repollo en las calidades comercial y de rechazo en miles de unidades por hectárea, por manejos de suelos, malezas y niveles de fertilización nitrogenada, de las localidades estudiadas.	85
37. Rendimiento en grano de sorgo sembrado en segunda, después de trigo. Resultado de 3 años	86

38. Productividad de la soya, en Bushels/acre.	página 86
39. Rendimiento promedio de varios cultivos bajo el método sin laboreo en Guatemala (54).	88
40. Datos sobre material sólido en suspensión en ríos de algunas cuencas en Guatemala, 1975/76.	89

INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Hectáreas bajo siembra sin laboreo en Estados Unidos de America.	2
2. Muestra la cuchilla circular que ayuda a cortar el mulch, seguida de la cuchilla circular de borde ondulado que rotura el suelo para poder colocar la semilla.	21
3. Curva de retención de agua del suelo, bajo tres tratamientos para control de malezas: Glyfosate, quema y aradura.	28
4. Interacción entre el contenido de materia orgánica y el contenido de manganeso en un suelo que fué de potrero y que se empezó a cultivar por tres años bajo los dos tipos de laboreo.	34
5. Efecto de varios métodos de manejos de malezas sin control con insecticidas, sobre la incidencia de <u>Spodoptera frugiperda</u> .	55
6. Rendimiento de maíz con y sin laboreo, con y sin control de plagas (12).	55
7. Efecto de varios sistemas de manejo de malezas y sin combate de insectos sobre el daño al follaje de maíz por adultos de <u>Diabrotica balteata</u> .	56
8. Porcentaje de la energía comercial gastada en las diferentes actividades, para toda la agricultura de los USA. 1974.	61
9. Porcentaje de la energía comercial gastada en las diferentes actividades para siembra de maíz sin laboreo en USA, 1976	61

RESUMEN

La agricultura sin laboreo es una nueva técnica desarrollada en los países de clima templado, entre los cuales se encuentran los Estados Unidos de América, Canadá, Inglaterra, y Japón. También se está difundiendo rápidamente por los países de clima templado como Australia, Liberia, Nigeria, Ghana, Costa Rica, Panamá, y República Dominicana.

En Guatemala, se ha hecho experimentación en la que se ha obtenido gran éxito. La técnica consiste en no remover el suelo, sino solamente roturarlo lo mínimo necesario para poder colocar la semilla del cultivo. El control de malezas generalmente se hace con herbicidas.

La rápida difusión de esta técnica, que también es conocida como labranza cero, se debe a que presta varias ventajas, entre las cuales las más importantes son:

1. Conserva el suelo al controlar eficientemente la erosión inducida, y mejora su fertilidad y propiedades físicas.
2. Aumenta la disponibilidad de agua para el cultivo en el suelo, con lo que aumenta o mantiene la productividad, disminuye el daño a la planta en épocas de sequía y hay una mayor oportunidad para las siembras de segunda.
3. Reduce los costos de operación e inversión.
4. Mayor eficiencia en el control de malezas.
5. Pueden sembrarse terrenos que se consideraban marginales para ser sembrados por el laboreo convencional.

A pesar de estas ventajas que ofrece la técnica de labranza cero, se han experimentado fracasos. Esto se ha debido a que la técnica se ha aplicado en una forma incorrecta, o que no se han tomado en cuenta ciertas desventajas que, aunque son pocas, en alguna situación particular pueden ser determinantes.

Este trabajo reúne experiencias e investigaciones reportadas en Guatemala y en otros países, a fin de que investigadores, instituciones y el agricultor tengan un criterio amplio para poder aplicar el método sin laboreo y aprovechar sus ventajas. Además, se recomendará tópicos de investigación para el desarrollo y la implementación de la agricultura sin laboreo en Guatemala.

I. INTRODUCCION

La mecanización de la agricultura fue el principal apoyo de su propio desarrollo, pero incluía el laboreo del suelo, que incrementaba la erosión, la compactación y los costos.

Esto obligó a desarrollar la técnica del mínimo laboreo, que consiste en laborar el suelo en lo mínimo posible, y con base en estas investigaciones, se desarrolló la técnica sin laboreo, que es más conocida como labranza cero.

La técnica de la agricultura sin laboreo, como su nombre lo indica, consiste en eliminar el laboreo que se realiza con arados, rastra y cultivadoras, de forma tal que el suelo se encuentra cubierto de residuos del cultivo anterior y de malezas. A éstos generalmente se les aplica un herbicida para que no compitan con el nuevo cultivo, y luego roturar el suelo lo mínimo necesario para colocar la semilla.

La canalización dejada por las raíces muertas y la acción de las lombrices aumenta la porosidad total del suelo, lo cual facilita la penetración de raíces de nuevas plantas, sustituyendo el efecto del arado. Además, tiene grandes ventajas para la conservación del recurso suelo, como son: disminuir o atenuar la erosión y aumentar el contenido de materia orgánica (6, 36, 41, 44, 51, 55, 59) y en algunos casos, ventajas económicas como reducción de costos e incrementos en la productividad (51, 59, 63).

Esta técnica, a nivel mundial, ha tenido un gran éxito, principalmente en países con climas templados, donde la investigación está más avanzada.

Como ejemplo, en la figura 1, se observa el incremento del área sembrada sin laboreo en los Estados Unidos de América durante doce años. a partir de 1969, en los doce estados siguientes: Illinois, Ohio, Indiana, Virginia, Tennessee, Kentucky, Iowa, Arkansas, Missouri, Kansas, North Carolina y Nebraska.

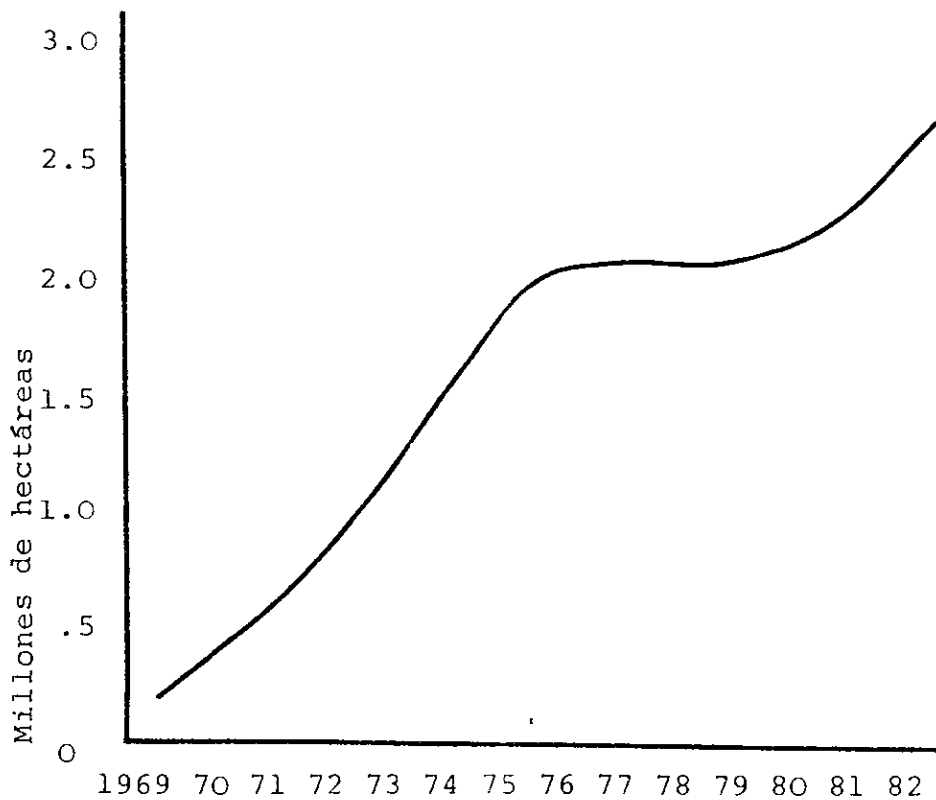


Figura I. Hectáreas bajo siembra sin laboreo en Estados Unidos de América.

Fuente: No tillage farming. H.M. Young (85)

A pesar de este gran éxito, existen casos en que se ha fracasado al aplicar esta técnica. Esto no es por causa de la técnica, sino de una mala aplicación de la misma. Por lo tanto, se requiere conocer cuáles son los aspectos necesarios para aplicarla correctamente.

Este trabajo de ensayo hace una recopilación y un análisis de experiencias e investigaciones realizadas en varios países, para que los investigadores, las instituciones y el agricultor tengan un mayor criterio para poder aplicar esta técnica correctamente. Además, se recomendará tópicos de investigación para el desarrollo y la implementación de la agricultura sin laboreo en Guatemala.

Las fotografías 1 y 2 muestran varios cultivos sembrados con la técnica sin laboreo.



Fotografía 1. Muestra cultivo de tabaco y cultivo de algodón en los que se ha aplicado la técnica sin laboreo.

Fuente: Young (85).



Fotografía 2. Muestra los cultivos arveja y soya en los que se aplicó la técnica sin laboreo.

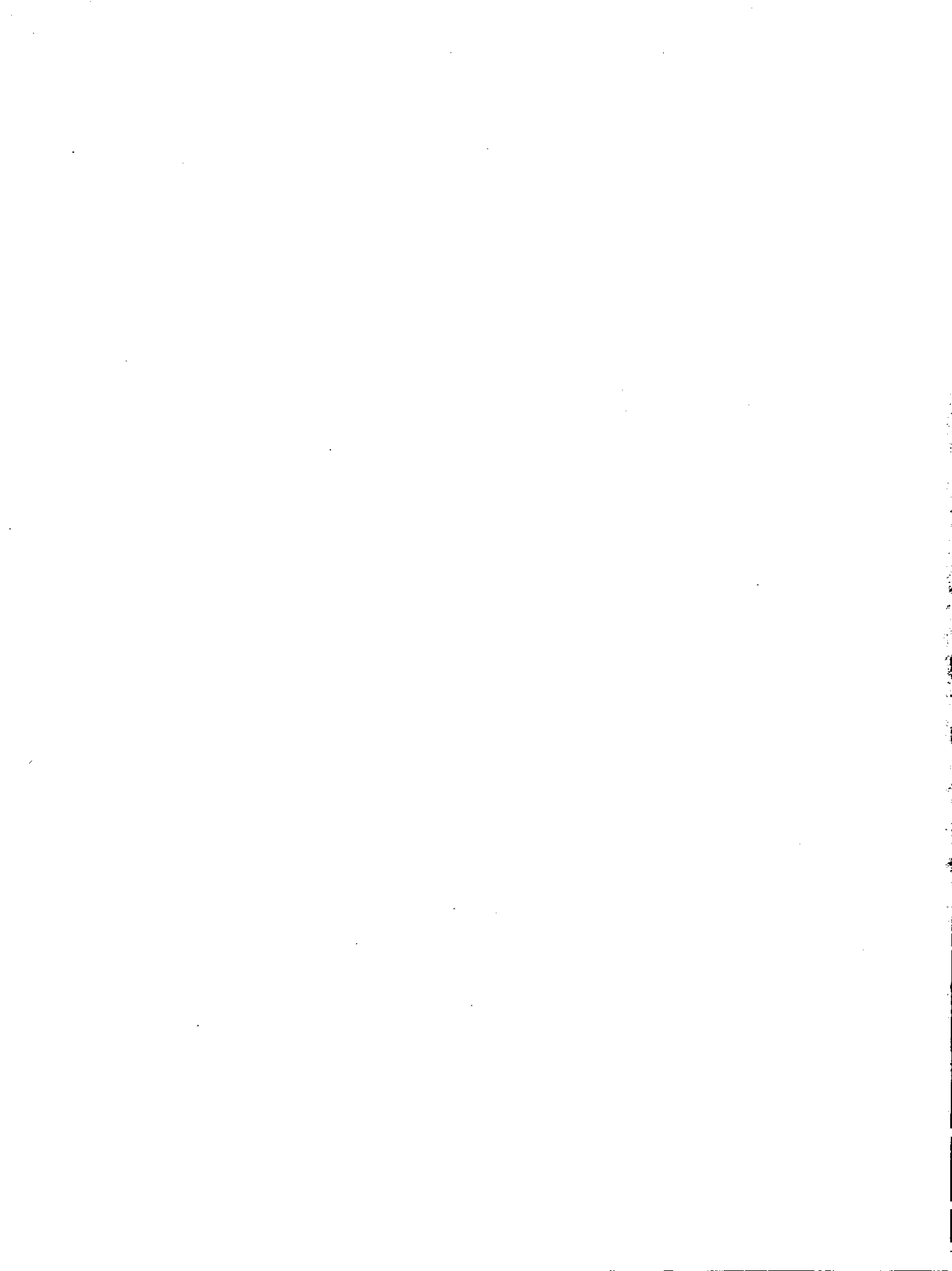
Fuente: Young (85).



II. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

1. Impulsar la aplicación de la técnica agricultura sin laboreo en Guatemala, principalmente para la conservación del recurso suelo.
2. Descubrir las ventajas y desventajas, tanto técnicas como económicas, para que los sectores agrícolas y el agricultor en particular, pueda tener mayor criterio para evaluar e implementarla.
3. Contrastar algunas de las diferentes modalidades de aplicación de esta técnica, para ayudar a decidir cuál es la más eficiente y recomendable en cada caso.
4. Evaluar los resultados de los cultivos en los cuales se ha aplicado esta técnica en Guatemala y en otros países.
5. Generar recomendaciones sobre tópicos de investigación, para que la técnica sin laboreo se aplique y se haga un mejor uso de las condiciones y recursos de Guatemala.



III. HISTORIA

A. Historia de la evolución de la mecanización agrícola hasta llegar a la técnica sin laboreo.

La razón de inicio de las sociedades humanas sedentarias organizadas fue la agricultura, pero al desarrollarse las mismas, surgieron varios problemas tales como: necesitar cierta especialización en defensa, gobierno, industria, agricultura, religión, etc.

Llegó un momento en que se necesitaba mayor producción de alimentos por el aumento de la población. No obstante, un menor número de personas se dedicaban a la agricultura, pues ya existían nuevas fuentes de trabajo, principalmente en la industria, que competían con el recurso de mano de obra agrícola.

La respuesta a estos problemas, fue la sustitución de herramientas manuales o rudimentarias, por la mecanización de la tracción animal. Esto permitió un aumento del área de cultivo por individuo, pues al arar se enterraban malas hierbas y residuos del cultivo anterior.

Esto formaba un suelo homogéneo, que facilitaba la siembra. Con posteriores labores superficiales, se controlaban las hierbas indeseables.

Esta tecnología se fue desarrollando desde el arado de madera, hasta 1794, año en el cual Jefferson prueba el arado

de vertedera metálica, de resistencia mínima.

En el período de 1924-36, se requerían 148 horas-hombre, para cultivar una hectárea y producir 1.300 kg de trigo. En 1841 se patentó la primera sembradora; en 1844, la primera segadora, y a partir de 1901, aparece el tractor con motor de gasolina, lo cual produjo un gran desarrollo de la maquinaria agrícola (59).

Durante el decenio de 1920-1930, se realizaban hasta diez pasos de diferentes arados y rastras, para una sola cosecha.

En la época de 1951-61, "era de la agricultura supermecanizada", existían máquinas de alta especialización para cada labor, con tractores de mayor potencia y con implementos más grandes. Se logró determinar la necesidad de 3.5 a 7.5 horas-hombre para sembrar una hectárea y producir 1.700 kg de trigo, o sea que, aproximadamente en cien años de desarrollo de la mecanización, se redujo a un 3% el uso de mano de obra en siembra de trigo en los Estados Unidos de América (59).

La reducción del uso de mano de obra ha tenido gran éxito, pero actualmente se enfrentan nuevos problemas causados por la agricultura mecanizada, la cual deteriora el suelo. Por ejemplo, en parte la eficiencia se lograba con uso de máquinas de gran potencia y pesadas que producían compactación del suelo. El arado, al compactar el suelo, dio origen al subsolador y al arado del picos para solventar ese proble-

ma, lo que produjo aumento en los costos de producción (59).

Otro problema lo representaron las grandes inundaciones devastadoras y nubes de polvo producidas en la década de 1920 a 1930 en los Estado Unidos. Se responsabilizaba al arado por esto y en 1935, se obligó al gobierno a crear el Servicio de Conservación de Suelos.

Los resultados de investigaciones comprobaron el alarmante deterioro del recurso suelo por la erosión, y fue así como se promulgaron leyes y se desarrollaron técnicas para conservarlo. Estas técnicas de conservación de suelos aumentan los costos y dificultan el trabajo de maquinaria.

En 1943, Edward Faulkner (22), escribió la obra "La insensatez del labrador", en la cual indica que "nadie, hasta ahora, ha desarrollado una razón científica para arar". Esto parecía ser una verdad, pero existía el problema del control de malezas.

En 1950, se inició la técnica de laboreo mínimo, que proponía la sustitución de la aradura por labores superficiales, reducir el número de desplazamiento de maquinaria sobre el terreno y el uso de herbicidas que empezaban a desarrollarse.

Actualmente, un nuevo problema afronta la agricultura, y es la inflación causada por los altos precios del petróleo iniciados en 1973. Esto causó encarecimiento de combustibles, lubricantes, maquinaria y fertilizantes, lo cual aumenta fuertemente el costo de producción.

El laboreo mínimo, al ser una alternativa de reducción de costos, tuvo gran auge, y con base en la investigación sobre la misma y el desarrollo de herbicidas, se inició la técnica de agricultura sin laboreo.

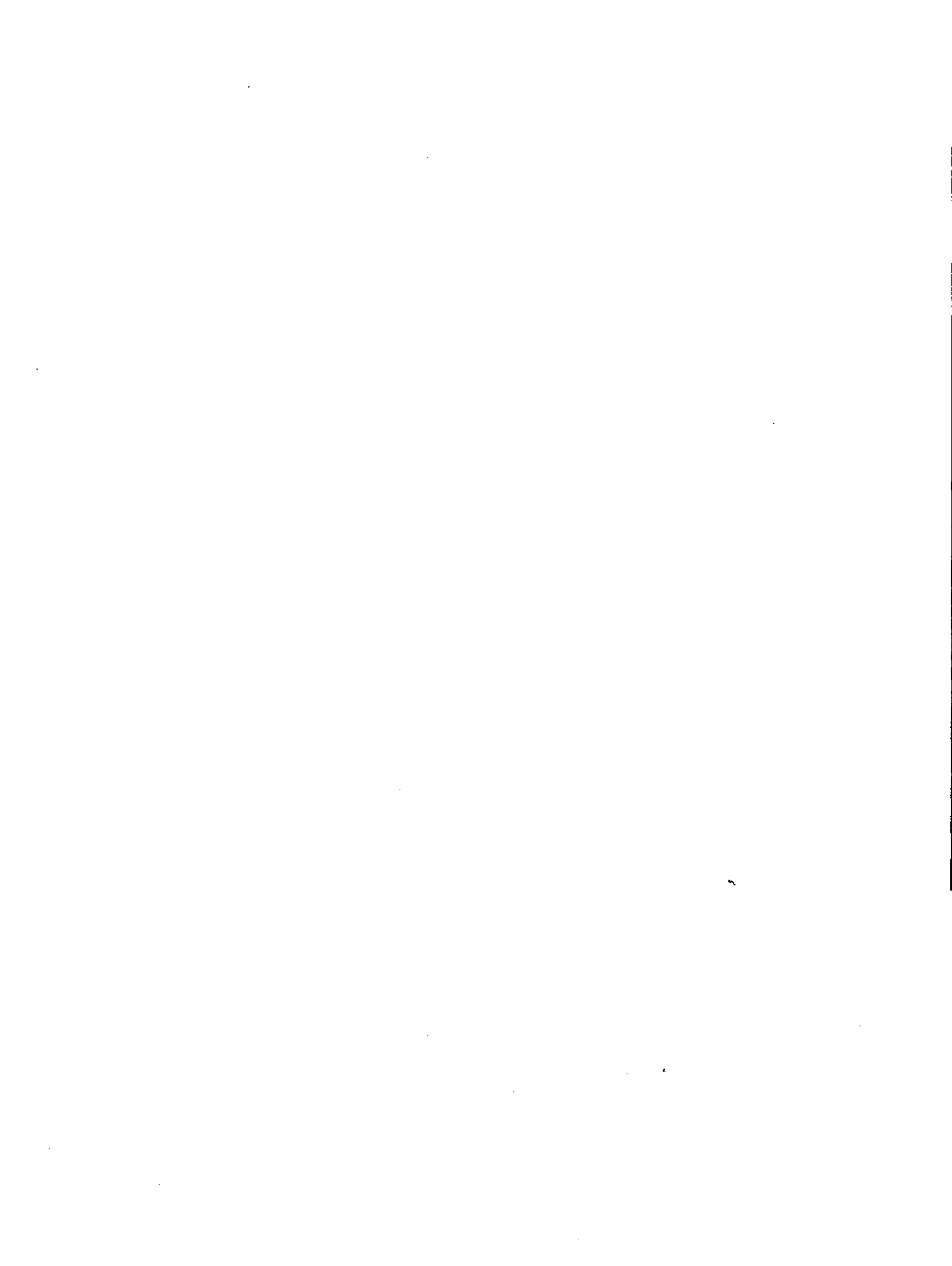
En 1966, la compañía Allis Chalmers produjo la primera sembradora diseñada para siembras sin laboreo. En 1967 en los Estados Unidos (59), se sembró soya sin laboreo de segunda, después del trigo.

En Guatemala, se emplea la tecnología creada en los países industrializados, y principalmente de los Estados Unidos, pero no se evalúan las condiciones que obligan a ellos a usar esa tecnología. Como anteriormente se anota, el propósito era usar el mínimo de mano de obra en agricultura, para así dedicarla a otras actividades, propósito que no coincide con las condiciones del medio guatemalteco, pues el desplazamiento de mano de obra en la agricultura se queda desocupada, pues no existe suficientes fuentes de trabajo, aumentándose así el desempleo.

Muchas veces, el uso de mano de obra en ciertas operaciones no resulta económico para el productor. La adquisición de maquinaria debe evaluarse y compararse con el empleo de mano de obra, para determinar qué alternativa es más apropiada.

La técnica sin laboreo, por la reducida potencia que requiere, podría ampliar el uso de tracción animal. lo que sería una tecnología propia. Esto haría menor la necesidad

de importar maquinaria, repuestos, combustibles, e incluso surgiría la ventaja de que la tracción animal se adapta mejor a suelos irregulares y pendientes.



IV. METODO DE APLICACION DE LA TECNICA

A. Preparación del suelo y control de malezas.

La única preparación del suelo para poder sembrar, consiste en el manejo de los residuos del cultivo anterior y las malezas.

El primer paso es eliminar o controlar el crecimiento de las malezas, lo cual se puede hacer con varios métodos. Antes de pasar a describirlos, hay que hacer énfasis en que del buen control de malas hierbas depende, principalmente, el éxito o fracaso de la aplicación de esta técnica.

1. Herbicidas. Esta práctica es una de las más eficientes, económicas y que utiliza menos mano de obra.

El uso de herbicidas es similar al método de laboreo convencional, y por ser el tema muy extenso, solamente se darán los lineamientos más importantes. Los herbicidas más utilizados son: el quemante Paragat y el hormonal Glyfosate.

Otros herbicidas que se utilizan son: Alachlor, Metolachlor, Oryzalin, Pendimethalin, Metribuzín, Limuron, Atrazine, Cyanazine, Simazine, Bentazón, Dinoseb, Dinoseb + Naptalam, 24-DF, 2,4-D, Dicamba.

Cuando el cultivo está creciendo, hay que aplicar un herbicida selectivo, y si no es selectivo, usar

pantalla. En caso de que la primera aplicación no tenga buen efecto, hacer una segunda.

2. Control manual. Consiste en cortar las malezas a ras del suelo con implementos manuales. La desventaja es que hay mayor problema con las malezas perennes, y pueden reducir fuertemente la productividad.

Esta práctica requiere mayor uso de mano de obra, lo que puede hacer difícil el disponer de ella en el período oportuno, o bien, puede aumentar los costos en plantaciones comerciales. Aunque para la agricultura de subsistencia es la más económica, pues se hace uso de la mano de obra familiar.

3. Quema. Consiste en usar el fuego para eliminar los residuos de cosecha, las malas hierbas y semillas, dejando el suelo descubierto. Este método ha sido utilizado desde hace siglos.

La quema tiene ventajas y desventajas que vale la pena evaluar y determinar la conveniencia de aplicarla en determinadas condiciones.

Las desventajas de la quema son:

- a. Elimina el "mulch" y sus beneficios.
- b. Disminuye el aporte de materia orgánica, se pierde parte del nitrógeno y del azufre.

Las ventajas de la misma son:

- a. Ayuda a controlar las plagas de insectos

y enfermedades fungosas bacterianas y virosas que se resguardan en el "mulch". Es una práctica rápida y económica que deja una superficie limpia, fácil de sembrar.

- b. Aumenta la alcalinidad del suelo, la medida en pH, la disponibilidad del fósforo; así mismo, la capacidad de intercambio catiónico de magnesio, calcio y potasio (51).
 - c. Aumenta la evaporación del agua de la capa superficial del suelo. Puede recomendarse esta práctica en suelos húmedos, con poca pendiente, con altos contenidos de materia orgánica, y cuando se necesite controlar las plagas y enfermedades que se encuentran en los residuos del cultivo anterior o las malezas.
4. Cobertura densa. Se pueden controlar las plantas indeseables cubriendo el terreno con una capa de mulch, lo suficientemente gruesa que impida la germinación de las semillas de malezas.

Al aplicar estos métodos de control de malezas, excepto en la quema, el suelo queda cubierto de una capa de material orgánico muerto, que puede causar problemas en la siembra. Por lo tanto, debe manejarse esta cobertura con los siguientes cuidados:

- a. No debe romperse el arraigamiento al suelo de

las malas hierbas y residuos de cultivo. Esto permite que no se acumule este material y forme acumulaciones que dificultan la siembra. Si se forman, hay que sacarlas del terreno, esparcir las, o bien recurrir a pequeñas quemas.

Si la cobertura o el rastrojo, principalmente de gramíneas, es relativamente alto, habrá necesidad de chapearlo, o solamente acamarlo a través del paso de un tronco halado por tracción mecánica o animal. Si el rastrojo es muy alto y abundante, se podría pastorear ganado.

B. Siembra.

La siembra únicamente requiere que el suelo tenga suficiente humedad y que la temperatura del suelo sea mayor a 10°C. Debe cuidarse de que los residuos no cubran el surco de siembra y que la semilla quede colocada a una profundidad adecuada, de acuerdo con cada cultivo.

Para la siembra mecánica, se emplea una sembradora mecánica, similar a la que se utiliza en la técnica de laboreo convencional. Varía únicamente en que tiene una cuchilla circular, lisa que corta a través del mulch, seguida en la barra trasera por otra cuchilla de borde ondulado que rotura el suelo para depositar la semilla. Si no se consigue una de éstas, se puede adaptar una convencional. Ver figura 2.

En Guatemala, la mano de obra es relativamente barata,

por lo que, para sembrar, puede hacerse una pequeña zanja con cultivadora o rastra, o con una rayador de tracción animal, y luego sembrar a mano y cubrir la semilla con el pie. Incluso es factible el método de siembra con macana. También con avioneta se puede sembrar trigo, arroz, cebada, centeno y pastos, dejándolos caer sobre residuos de maíz y de soya (59).

Con las siembras sin laboreo, a causa de que las condiciones del suelo no son tan homogéneas como en el método de laboreo convencional, se puede tener problemas de que la germinación de la semilla sea dispareja, pero solamente al inicio, pues al crecer se empareja.

En caso de que por las mismas circunstancias, algunas semillas se quedan poco o muy cubiertas, se reduciría el porcentaje de germinación de semillas. Esto se corrije aumentando el número de semillas por área.

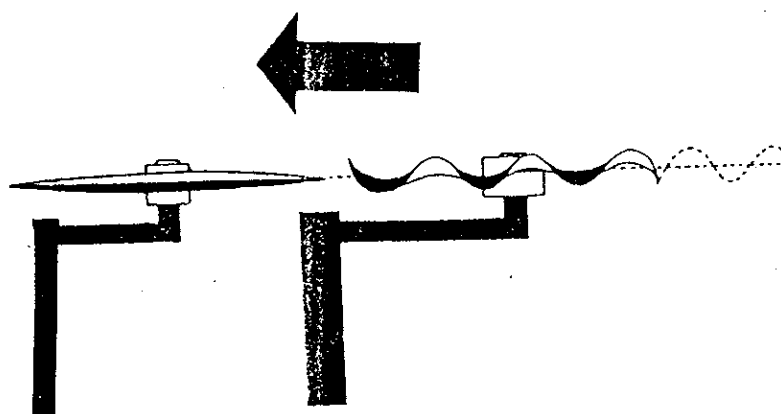


Fig. 2. Muestra la cuchilla circular que ayuda a cortar el mulch, seguida de la cuchilla circular de borde ondulado que rotura el suelo para poder colocar la semilla.

En maíz, se han hecho investigaciones en que recomiendan 20 % de incremento de semillas, para siembras mecanizadas sin laboreo (59).

C. Fertilización.

Los fertilizantes se aplican sobre el suelo cubierto de mulch; esta aplicación es suficiente para el nitrógeno, que por su gran solubilidad se integra al suelo por medio de la infiltración (63). No obstante, ocurre mayor lixiviación de nitrógeno en suelos sin laboreo (63). Por eso, se recomienda aplicar la mitad de la dosis durante la siembra, y la otra, unos días antes de los mayores requerimientos de la planta. En el caso del maíz, se recomienda que sea 40 días después de la siembra (7, 60).

El fósforo y el potasio tienen una baja movilización, por lo que se ha encontrado igual o mejor eficiencia al aplicarlos sobre terreno, ya que se encuentran en menor cantidad adheridos al mismo (59, 63, 85).

Con varios años de aplicación consecutiva de fertilizantes con efecto residual ácido, tienden a disminuir en pH del suelo. Esto puede corregirse con roca dolomita u otra enmienda alcalinizante, aplicándola sobre la superficie del suelo (63).

V. VENTAJAS

A. Reducción de la erosión inducida.

El sistema sin laboreo reduce la erosión inducida por el efecto del mulch, que es un amortiguador que absorbe la energía cinética del aire y de las gotas de lluvia, reduciendo el desprendimiento de las partículas del suelo y su posterior transporte. También disminuye el caudal o flujo de la escorrentía y su velocidad, a causa de una mayor infiltración o fricción respectivamente (5, 6, 19, 21, 41, 46, 59, 60).

La eficiente reducción de la erosión, está en función de la cantidad y arraigamiento del mulch y del área del suelo que cubre (50). En el cuadro 1, se observa cómo la cantidad de mulch disminuye las pérdidas por erosión.

Cuadro 1. Efecto del "mulch" sobre la erosión en un suelo con 15% de pendiente, medido en toneladas por hectarea.

Mulch	erosión
ton/ha	ton/ha
0	63.3
1.12	19.4
2.24	11.5
4.48	2.5
8.96	1.5

Fuente: Phillips et al (63).

Debido a la temperatura más constante y al incremento de la humedad, a la materia orgánica y a los nutrimentos en las capas superiores del suelo, se favorece la formación de altas poblaciones de microorganismos. Estos producen cementantes que aglutinan las partículas del suelo, protegiéndolas contra el desprendimiento (59).

Como puede observarse en los datos reportados provenientes de investigaciones realizadas en otros países, con el laboreo convencional ocurren grandes cantidades de pérdidas de suelo.

La pérdida de suelo por escorrentía, se puede reducir entre un 90 y 100%, dependiendo de la cantidad de mulch que haya sobre el suelo (33). Los cuadros 2 y 3 muestran una comparación de pérdidas de suelo bajo diferentes métodos de laboreo.

Cuadro 2. Pérdida de suelo en cuencas cultivadas con maíz, empleando las técnicas de laboreo convencional y sin laboreo.

Pérdidas de suelo en kg/ha		
Año	Laboreo convencional	sin laboreo
1964	6.377.00	132.00
1965	144.00	0.00
1966	0.00	0.00

Fuente: Phillips y Young (59).

Lal (43), en suelos tropicales de Nigeria, midió pérdidas de suelo de 10 ton/ha/año, bajo condiciones de cultivos limpios anuales; pero al agregar una cobertura de mulch entre 4 y 6 toneladas por hectárea sobre la superficie del suelo, disminuyó la erosión a un mínimo.

Conforme la pendiente del terreno fue mayor, las pérdidas por erosión aumentaron en el suelo sin cobertura, mientras que con el mulch permanecieron estables.

Las pérdidas por erosión en época lluviosa, en terrenos con pendiente entre 6 y 13%, alcanzaron 23.9 ton/ha en parcelas aradas, y 0.50 ton/ha en las de labranza cero, que tenían una cobertura de 0.50 y 1.50 ton/ha de residuos de plantas de maíz sobre su superficie (31).

Cuadro 3. Pérdida de suelo bajo varios tratamientos.

Promedio anual de pérdidas de suelo	ton / ha
Rotación con maíz, arando, hileras en dirección de la pendiente	15
Rotación con maíz, arando, hileras en contorno	4.5
Maíz sin laboreo, hileras en contorno	0.0
Trigo	2.3
Pradera	0.0

Fuente: Phillips y Young (59).

Parker (58) informó que, dependiendo de la cantidad de mulch, se eliminó la erosión hídrica inducida y se redujo la escorrentía entre 90 y 100%. La infiltración se aumentó de 54 a 100%.

En el cuadro 4 se observa cómo la técnica sin laboreo reduce el escurrimiento y las pérdidas de suelo por erosión. El cuadro 5 muestra las pérdidas de suelo por erosión en diferentes sistemas de laboreo, en condiciones externas de precipitación pluvial.

Cuadro 4. Escurrimiento y erosión bajo varios tratamientos de laboreo en suelo franco-limoso, con 5% de pendiente.

Sistema de laboreo	Escurrimiento en mm	Erosión
Sin-laboreo con cobertura de pastura muerta	34	7.95
Sin-laboreo, superficie descubierta	74	19.56
Laboreo convencional, cultivado	45	36.93
Laboreo convencional, sin cultivar	56	46.88

Fuente: Phillips y Young (59).

Cuadro 5. Pérdidas de suelo en condiciones extremas de Precipitación (127 mm de lluvia en 12 horas)

Rotación con maíz, arando, hileras en dirección de la pendiente	49 ton/ha
Rotación con maíz, arando, hileras en contorno	6.7 ton/ha
Maíz sin laboreo, hileras en contorno	0.06 ton/ha

Fuente: Phillips y Young (59).

B. Mejora de la disponibilidad del agua en el suelo.

Con el método sin laboreo, se mantiene mayor cantidad de humedad en el suelo para la planta, ya que se reduce la evaporación, aumenta la infiltración y se reduce la escorrentía.

Al reducir la temperatura del suelo empleando el sistema sin laboreo, se disminuye la evaporación a causa del mulch. Este atrapa una porción de aire en la superficie del suelo que carece de velocidad, que se denomina "aire muerto" y funciona como un aislante para la evaporación del agua del suelo (59).

Así también, el mulch absorbe la energía de los rayos solares, lo cual impide que llegue al suelo, y así la temperatura del suelo se incrementa menos durante el día, por lo que se reduce también la evaporación (59, 63).

En Costa Rica, durante 3 años consecutivos sin laboreo, se encontró mayor cantidad de humedad en el suelo (11, 15, 36, 51, 85). Esta humedad se encuentra más disponible para la planta en el método sin laboreo, pues tiene una menor tensión de adhesión al mismo (51). Ver cuadro 6 y fig. 2.

Jiménez (36), en Turrialba Costa Rica, una siembra de yuca asociada con frijol, encontró en el suelo humedad de 50% sin laboreo y 36% con laboreo a los 40 días después de la siembra. La precipitación pluvial fue de 62.6 milímetros en ese período.

Phillips et al (63) con el método sin laboreo, encontró reducción en evaporación y un incremento en la transpiración. Ver cuadro 7.

Cuadro 6. Humedad y tensión de adhesión al suelo 40 días después de sembrar durante los cuales hubo una precipitación de 90 mm bajo tres tipos de manejo de suelos y malezas.

	Humedad	Tensión en atmósferas
Arado	35.8 %	2.9
Sin laboreo + quema	38.8	1.74
Sin laboreo + Glyphosate	40.2	1.0

Fuente: Maldonado (51).

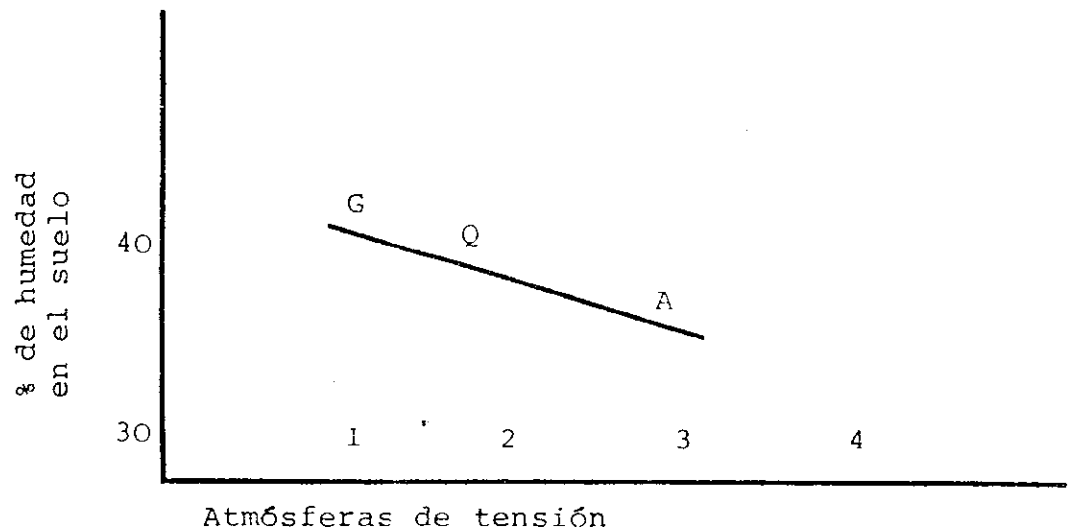


Fig. 3. Curva de retención de agua del suelo, bajo tres tratamientos para control de malezas: Glyphosate, quema y aradura.

Fuente: Maldonado (51).

El contenido de humedad en el suelo con cobertura, a 15 cm de profundidad, fué de 1 a 9% mayor, que en suelos sin cobertura (5). La evaporación del agua del suelo, se redujo entre el 26 y 78% cuando se cubrió 1 a 10 ton/ha, de residuos vegetales respectivamente (3).

Con el método sin laboreo se reducen los riesgos de sequía que causan grandes pérdidas económicas (5).

Phillips y Young (59) indican que las plantas de soya muestran señales de deficiencia de humedad, tres o cuatro veces más con laboreo convencional, que sin laboreo.

Cuadro 7. Promedio de 4 años de evaporación y tranpiración del agua en suelo y el cultivo de maíz, con diferentes sistemas de laboreo; de 1970 a 1973. Unidas en cm.

	Sin laboreo		Laboreo Convencional		
	Transpi- ración	evapora- ción	Transpi- ración	evapora- ción	lluvia
Mayo	0.0	2.1	0.0	6.3	17.9
Junio	7.6	1.0	6.4	6.8	9.7
Julio	12.4	0.3	9.5	2.1	10.1
agosto	9.2	0.2	7.2	1.4	4.1
Septiembre	1.5	0.5	1.1	2.5	9.1
Total	30.7	4.1	24.2	19.1	50.9

Fuente: Phillips et al (63).

C. Aumento o mantenimiento de la productividad.

Al mantener el mulch sobre el suelo, en el método sin laboreo, se aumenta la infiltración y se reduce la evaporación, manteniendo una mayor cantidad de humedad en el suelo, aumentando la productividad de los cultivos en las épocas o zonas con déficit hídrico (29, 40, 51, 59).

Gallager (23) informa que obtuvo rendimientos superiores al 45.6 y 30% en maíz y soya respectivamente, cuando se cultivaron en presencia de mulch, comparado con suelos descubiertos.

Rockwood y Lal (67) reportan que, en suelos tropicales, con el método sin laboreo y con mulch, los rendimientos de maíz, cowpea y gandul, fueron similares que con el sistema de laboreo convencional. Sin embargo, durante periodos con deficiencia de precipitación pluvial, los rendimientos de maíz y cowpea fueron 50 y 25% más altos sin laboreo, que con laboreo convencional.

Burity (10) cultivó frijol y yuca asociados, y encontró que el rendimiento del frijol fue mayor bajo labranza cero que con el laboreo convencional.

Tirado (80), en Costa Rica, realizó ocho siembras sucesivas de maíz, frijol y camote con el sistema de labranza cero. Los resultados obtenidos indican que mediante este sistema, se pueden obtener iguales o superiores rendimientos que con la preparación tradicional de suelo. Además, hay mayor facilidad y oportunidad en la siembra, menos problema

de acame, reducción progresiva de la población de malezas y ataque de insectos, mayor retención de humedad y mayor vigor de las plántulas.

Maldonado (53) sembrando maíz en Cuyuta Guatemala, encontró mayor rendimiento en el método sin laboreo. Ver cuadro 8.

Cuadro 8. Medias de rendimiento y pudrición de mazorca de dos sistemas de laboreo. Cuyuta = Guatemala 1981. (53).

Tratamiento-Sub-tratamiento	Rendimiento kg/ha	gq/mz	%de Mazorcas podridas
Sin-laboreo + insecticida con la semilla	3708	57	13.27
Sin-laboreo, sin insecti- cida	<u>4057</u>	<u>63</u>	<u>10.28</u>
\bar{X} total	3883	60	11.78
Labranza convencional + insecticida con la semilla	3224	50	13.28
Labranza convencional sin insecticida	<u>3292</u>	<u>51</u>	<u>13.16</u>
\bar{X} total	3259	50	13.22

Fuente: Maldonado (53).

D. Incremento del contenido de materia orgánica en el suelo.

El método sin laboreo mantiene más alto el contenido de materia orgánica que con laboreo (6, 36, 41, 43, 44, 51, 55, 59). Solamente se reducirá si se quema el mulch.

Jiménez (36), en Costa Rica, encontró un mayor incremento en el contenido de materia orgánica con el método sin laboreo que con el método de laboreo convencional. Ver figura 4.

Johnston (37), en Inglaterra, encontró un incremento del 30% de carbono orgánico en un suelo que no se aró en 12 años.

Al incrementarse el contenido de materia orgánica, se sse aumentan también las benéficas características que aporta al suelo, que , según Fassbender (20), son las siguientes:

1. Favorece la formación de los agregados del suelo.
2. Reduce la plasticidad y cohesión.
3. Aumenta la capacidad de retención de agua.
4. Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
5. Aumenta el intercambio de aniones, especialmente fosfatos y sulfatos.
6. Favorece la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre, a través de los procesos de mineralización.
7. Regula el pH, a través de su capacidad amortiguadora.
8. Produce sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, importantes para la vida microbiana del suelo.
9. Participa en procesos edafogénicos, debido a sus pro-

piedades de peptización, coagulación y de formación de quelatos.

Al quedar el mulch sobre el suelo, tiene una menor velocidad de descomposición que al ser enterrado. Parker informa (58) que la descomposición de los residuos de maíz dejados sobre la superficie del suelo, después de 20 semanas, fue del 50% comparado con un 65% cuando se incorporaron al suelo.

La materia orgánica es la principal fuente de intercambio de cationes en el suelo. Ver cuadro 9.

Cuadro 9. Capacidad de intercambio de algunos minerales arcillosos, óxidos amorfos y materia orgánica.

Mineral	Capacidad de cambio (meq/100 g)*	
Caolinita	3	- 15
Haloisita	5	- 10
Montmorilonita	80	- 120
Vermiculita	100	- 150
Glauconita	5	- 40
Ilita	20	- 50
Glorita	10	- 40
Alófana		100
Opalo	11	- 34
Oxido de hierro amorfo	10	- 25
Materia orgánica.	100	- 250

* Miliequivalentes por 100 gramos.

Fuente: Fassbender (20).

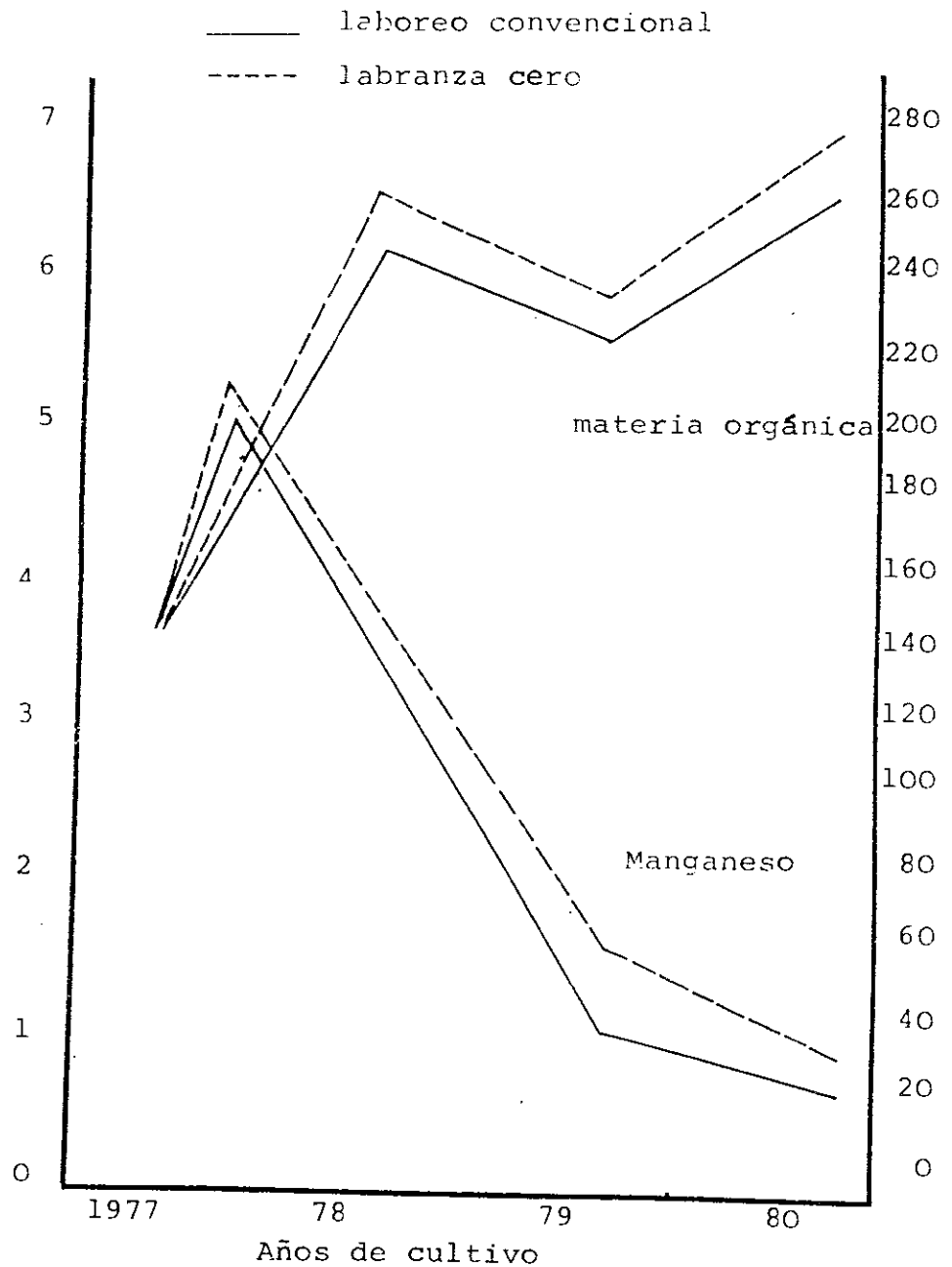


Fig.4. Interacción entre el contenido de materia orgánica y el contenido de manganeso en un suelo que fué de potrero y que se empezó a cultivar por tres años bajo los dos tipos de laboreo.

Fuente: Jiménez (36).

E. Disponibilidad de nutrimentos.

En muchos casos, se reportan mayores cantidades de algunos nutrimentos en el suelo sin laboreo, como fósforo y potasio (6, 38, 44, 52, 55, 60, 65), calcio y magnesio (49, 51, 52), y nitrógeno (11, 36, 51).

Además, con mayor humedad en la superficie del suelo sin laboreo, existe un mayor desarrollo de raíces superficiales que aprovechan mejor los fertilizantes, incluyendo el fósforo, que se hace más soluble y es absorbido en mayor cantidad por la planta (40, 41, 46, 55, 60, 65).

Crissen (15), en Costa Rica, encontró valores similares en la disponibilidad de fósforo con laboreo convencional y sin laboreo, en dosis de 0 a 400 kg/ha.

El cuadro 10 compara la disponibilidad del fósforo en el suelo, en los métodos con y sin laboreo.

Cuadro 10. Disponibilidad del fósforo con y sin laboreo en libras por acre.

Profundidad del suelo en pulgadas	fósforo aplicado superficialmente sin laboreo	fósforo incorporado laboreo convencional
0 a 2	1.108	291
2 a 4	94	202
4 a 6	54	166
6 a 8	34	79
Totales	1.290	738

Fuente: Young (85).

Burit, en Costa Rica (11), Jiménez (36) y Maldonado (51), encontraron mayor cantidad de nitrógeno en el suelo de 0-20 cm sin laboreo, mientras que Crisen (15), no encontró diferencia.

Además, con la mayor infiltración del agua de lluvia en el sistema sin laboreo, se aumenta el aporte del nitrógeno que ésta lleva en solución, y que son cantidades altas. Ver cuadro 11.

En el sistema de laboreo convencional, la mayor evaporación del agua del suelo, produce un movimiento de los nitratos, que al llegar a la superficie, se pierden en forma de nitritos (63).

Cuadro 11. Cantidades de nitrógeno depositadas con el agua de lluvia en los suelos tropicales en kg/ha

Localidad	Cantidad anual Kg N/ha
Venezuela	72.0
Guyana	3.5
Malaya	48.0
Nigeria	58.5
Congo	6.5
Gambia	16.0
Sumatra	17.9-50.2
Cambia 14 km de la costa	42.0
124 km de la costa	39.6
220 km de la costa	12.7

Fuente: Fassbender (20).

Burgos (9), en Costa Rica, reporta un experimento en progreso desde 1976 a 1983, que con cultivos de maíz y frijol, el potasio se incrementó en un 50%, que equivale a 0.3 meq/100 ml suelo (243 kg/ha de potasio elemental/ha). Con labranza, también se incrementó el magnesio en 0.2 meq/100 ml de suelo, equivalente a 48 kg/ha de magnesio elemental.

Jiménez (36), encontró una reducción en el contenido de magnesio, con y sin laboreo, aunque en éste último la reducción fue menor. Ver figura 3.

F. Mejora en las condiciones físicas del suelo.

Al usar el método sin laboreo, se mejoran las condiciones físicas del suelo y, en algunos casos, es igual en el laboreo convencional.

La porosidad y permeabilidad aumentan por los macroporos de la canalización de raíces muertas (16, 59) y de lombrices que proliferan en este método (19, 25, 44, 46, 47).

La acción de las lombrices está relacionada con el cultivo que se emplea (53). Ver cuadro 12.

En Costa Rica, varios investigadores (9, 11, 15) cultivaron maíz, yuca y frijol en 12 y 18 meses de duración, y encontraron que sin laboreo se redujo la densidad aparente y se incrementó el espacio poroso del suelo.

Jiménez (36), en Costa Rica, durante años en siete ciclos de cultivo, encontró que la densidad aparente y el espacio poroso del suelo fue igual con laboreo y sin laboreo.

La densidad aparente del suelo fue de 0.90 g/cm³ en un campo de maíz sin residuos (13). Cuando se aplicaron 16 ton/ha de residuos, la densidad aparente bajó hasta 0.77 g/cm³. A 20 y 30 cm de profundidad, la densidad aparente del suelo fue de 1.46 y 1.42 g/cm³ respectivamente, después de 11 años de mantenimiento continuo de residuos de trigo después de la cosecha. En el suelo arado fue de 1.47 g/cm³ para ambas profundidades.

Hardy (29), indica que en los suelos agrícolas puede aceptarse un valor crítico de densidad aparente de 1.5 como valor límite de porosidad para una fácil penetración de las raíces. La compactación de los suelos aumenta con la utilización de la maquinaria agrícola y disminuye con la técnica sin laboreo cuando se aplica por varios años (64).

Cuadro 12. Efecto del sistema de laboreo, sobre las lombrices, bajo diferentes rotaciones del cultivo, en Nigeria

Rotación de cultivos	Número de perforaciones por m ² de superficie		cantidades de suelo removidas por lombrices en ton/ha	
	sin laboreo	con laboreo	sin laboreo	con laboreo
maíz- maíz	1060	90	41.3	3.5
maíz- cowpea	1220	372	47.6	14.5
arveja-maíz	464	100	18.1	3.9
soya- soya	42	3	1.6	0.1
cowpea-cowpea	28	36	1.1	1.4
Promedio	563	120	22.0	4.7

Fuente: Phillips, R.E. Thomas, B.W. y Blevins R.L. (63).

El crecimiento radical de plantas de maíz decrece conforme la densidad aparente del suelo aumenta de 0.94 a 1.3 g/cm³ debido al impedimento mecánico a la penetración (62), siendo la compactación, y no la aireación la que reduce el crecimiento.

La compactación del suelo ocasionada por el golpe de las gotas de lluvia, por maquinaria agrícola, y por el tráfico humano y animal, se reduce en suelos protegidos superficialmente por el mulch (39).

En un suelo transitado por tractor, un mantillo de cáscara de arroz colocado en la superficie del suelo, promovió la reducción progresiva de la densidad aparente de 1.76 a 1.5 gr/cm³, conforme el espesor del mantillo se incrementó desde 0 a 22.4 t/ha (39).

La compactación causada por el uso de maquinaria pesada se reduce empleando la técnica sin laboreo, en la que se usan máquinas de menor potencia que tienen menor peso. Además, por la menor tracción requerida en las labores de dicha técnica, no hay que llenar las llantas de agua, ni hay que agregarle peso, con lo que también se reduce la compactación.

La densidad aparente del suelo es menor cuando se emplea el método de laboreo convencional en áreas labradas recientemente, pero por el tráfico de maquinaria, humano y animal, y además por su propio peso, el suelo se compacta y los valores de la densidad aparente al poco tiempo se igualan a la de las áreas sin laboreo (39).

Con la técnica de laboreo convencional, el suelo queda friable y las raíces de las plantas que crecen en él se encuentran débilmente arraigadas, y por lo tanto, fácilmente el viento y la lluvia pueden volcarlas sobre el suelo. Esto se disminuye con el método sin laboreo, con el cual el suelo se encuentra firme y provee un arraigamiento que reduce este problema. Esto fue confirmado por Tirado (80) y Blewins (6).

G. Incremento en la infiltración.

La infiltración del agua de lluvia con el perfil del suelo aumenta cuando se aplica el método sin laboreo, pues el mulch produce fricción, la cual disminuye la velocidad de la esorrentía. Esto da mayor oportunidad al agua de infiltrarse, o al suelo de absorberla, debido a la canalización que dejan las lombrices y raíces muertas de las malas hierbas y del cultivo anterior (16, 19, 21, 25, 59).

El mulch que cubre una superficie de suelo absorbe la energía cinética de las gotas de lluvia, reduciendo el desprendimiento y la compactación del mismo, que forma capas induradas que disminuyen la penetración del agua al suelo (39).

Lal (44), informa que después de dos horas, la velocidad de la infiltración de agua en suelos con y sin laboreo fueron de 0.16 y 0.97 centímetros por minuto respectivamente, en un suelo cultivado con maíz. Señala que la mayor actividad de las lombrices de tierra bajo cero labranza fue la respon-

sable.

H. Control de la salinidad del suelo.

Cuando la infiltración es rápida, en suelos manejados bajo el método sin laboreo, arrastra las sales solubles a mayor profundidad. Así también, al reducirse la evaporación se disminuye el movimiento de estas sales hacia la superficie del suelo.

Los rendimientos de caña de azúcar en suelos salinos, en Barbados, pasaron de 7.7 a 10.4 ton/acre, al utilizar cobertura vegetal (17).

Heilman (32), en Texas, Estados Unidos, al utilizar residuos de algodón colocados en la superficie del suelo, obtuvo disminuciones en el porcentaje de sodio intercambiable. Este pasó de 28.7 a 5.9% en tres años.

I. Mayor eficiencia en el control de malezas.

Shenk (77), en Costa Rica, reportó que el control de malezas ha sido más eficiente sin laboreo que con los sistemas mecanizados. Lo mismo reportaron Paniagua (57), en Costa Rica, Lal (46) en Africa y Young (85) en los Estados Unidos de América.

Shenk y Locatelli (73), en Costa Rica en 1977-78, encontraron que se incrementó la productividad en la época seca, y se mantuvo igual en la época húmeda. El costo del control de malezas se redujo. Ver cuadro 13. Datos similares obtuvo Shenk (70) en los ensayos experimentales localizados en 1980 en el mismo país. Ver cuadro 14.

El cuadro 15 muestra los rendimientos de maíz y los costos empleando dos herbicidas. Este experimento también lo realizó Shenk (71), en Costa Rica. El mismo, en Turrialba, Costa Rica, indica que con las malezas perennes es más efectivo el uso de Glyfosate, y con las anuales Paraquat. Ver cuadro 16.

Paniagua (57), en Costa Rica, encontró un cambio en la población de malezas en dos ciclos de siembra de maíz, pasando de la predominancia de gramíneas en el sistema de laboreo convencional, o dicotiledóneas sin laboreo. Además, se notó en éste último, una reducción en el peso fresco de las malezas. Ver cuadro 17.

Zaffaroni (87), en Costa Rica, trabajó en un terreno con un complejo de malezas muy parecido al reportado por Paniagua (57), y encontró que el peso fresco de las malezas 40 días después de la siembra, fue de 269% mayor en parcelas aradas. También aumentó el número de malezas/ha. Ver cuadro 18.

Cuadro 13. Rendimiento de maíz, costo de combate de malezas y costo de la práctica del agricultor con predominancia de malezas anuales. Fechas de siembra. Septiembre 1977 época seca y enero 1978 época húmeda.

Sistema	Rendimiento de maíz grano 13% humedad (kg/ha)		Costo del combate de malezas (¢/ha)	Costo como U.S.\$ de la práctica del agricultor
	1977	1978		
1. Arado+limpia manual 25 DDS	2277	4280	770	107
2. Arado +Paraguat 25 DDS (0.5 kg/ha)	<u>2626</u>	<u>4431</u>	<u>719</u>	<u>100</u>
\bar{X} de laboreo convencional	2452	4356	715	104
3. Cobertura + limpia manual 25 DDS	2613	4302	630	88
4. Glifosato 8 DAS (1.3 Kg/ha)	3177	4769	645	90
5. Paraguat 8 DAS (0.75 kg/ha)	<u>2487</u>	<u>4381</u>	<u>342</u>	<u>48</u>
\bar{X} Sin laboreo	3759	4484	539	75

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.

¢= Colones

Fuente: Shenk y Locatelli (73) en Cariari, Costa Rica.

Cuadro 14. Rendimientos, costos y labor por hectárea de cinco sistemas de combate de malezas, con predominancia de malezas anuales.

Sistema	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	21.0
2. Paraquat (0.4 kg) + quema siembra+Paraquat (0.2kg) 22 DDS	2066	396	6.0
3. Paraquat PS (0.4kg/ha) y 22 AS (0.2kg/ha ³)	2024	516	9.0
4 Glifosato (1.3 kg) AS + quema	2008	890	2.5
5. Glifosato (1.3 kg) AS ³	<u>2822</u>	<u>1010</u>	<u>5.5</u>
CV (%)	11		
DMS (0.05) kg	434		

1) AS= anterior a la siembra

2) DDS= días después de sembrar

3) Este tratamiento incluye tres jornales adicionales para siembra manual a través de la cobertura que dejó sobre el suelo el tratamiento.

US\$= ¢ 8.54.

¢ = colones

Fuente Shenk (72)

Cuadro 15. Rendimiento, labor y costo/ha de tres sistemas de combate de malezas con predominancia de malezas perennes.

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 AS (0.4 kg) + Paraquat (0.2 kg) y 40 DDS ²	2291	708	12.5
3. Glifosato 1.5 kg (1)	2861	1128	5.5

1. Este tratamiento incluye tres formas adicionales para sembrar a través de la cobertura que deja sobre el suelo el tratamiento.

US \$1= 8.54

Fuente: Shenk (71)

Cuadro 16: Rendimiento de maíz y costo de cinco sistemas de combate de malezas perennes en tres localidades: Asbana, Diamantes y Guácimo.

Sistema	Kg/ha maíz en grano 13% humedad			Costo ¢/ha.
	Asbana	Diamantes	Guácimo	
1. Mecanizado-limpías manuales 15+30DDS	3959	2149	3551	1040
2. C50+mezcla del agricultor AS+Paraquat 15+30 DDS	3387	1873	1787	839
3. CO+Paraquat PS+ Paraquat 15 y 30 DDS	3709	2549	4098	840
4. CO+Glifosato 1.5 Kg/ha AS	3426	2574	4092	985
5. C50+glifosato 1.5 kg/ha AS	4184	2136	3567	870

1) Mezcla del agricultor= Paraquat +MSMA+ Diurón 0.5+4, 0+1, 0 kg/ha

CO= malezas cortadas a ras del suelo 15 días antes de aplicar herbicida.

650= malezas cortadas a 50 cm. de altura 15 días antes de aplicar herbicida.

2) Paspalum fasciculatum muy abundante y agresiva, y Cynodon dactylon en Diamantes y Guásimo, respectivamente, no fueron controlados por esta mezcla.

3) Incluye tres jornales extra para sembrar con cero labranza.

US \$1= ¢ 8.56

Fuente: Shenk (71)

Cuadro 17. Condiciones de las malezas al momento de la cosecha de maíz bajo dos sistemas de labranza

Malezas	Labranza	
	Convencional	Cero
<u>Primer ciclo</u>		
Cobertura %	66.0	27.0
Altura (cm)	28.5	.5
Peso fresco (kg/ha)	3.468.0	1.190.0
Monocotiledóneas (planta/ha)	243.000.0	6.000.0
Dicotiledóneas (plantas/ha)	6.000.0	272.000.0
<u>Segundo Ciclo</u>		
Cobertura %	58	15
Altura (cm)	34	7
Peso fresco	4.784	711
Monocotiledóneas (plantas/ha)	301.000	161.000
Dicotiledóneas (plantas/ha)	22.500	148.000

Fuente: Paniagua (57).

Cuadro 18. Peso y número de malezas al aplicar el sistema sin laboreo y mecanizado.

Sistema	número de malezas/ha		Peso fresco de malezas 2do.ciclo kg/ha
	1er ciclo (en millones)	2do. ciclo	
Sin laboreo	1.65	0.76	2288
Mecanizado	2.04	1.24	61.65

Fuente: Zaffaroni (87).

J. Mayor oportunidad para la siembra de segunda.

En muchas zonas no se realizan las siembras de segunda, porque el período de lluvia es corto y, además, se expone el suelo directamente al sol y al aire. Esto ayuda a que se pierda el agua del suelo. Por ende, al reducirse esta humedad, también se reduce la productividad, bajando la rentabilidad del cultivo utilizando el método de laboreo convencional.

Empleando el método sin laboreo, se aumenta la productividad al mejorar la disponibilidad de agua para el cultivo en el suelo, por lo siguiente:

- 1) Cuando el período de lluvias es corto para las siembras de segunda, con el método sin laboreo, se ahorra el tiempo de preparación del terreno con aradura y desmenuzado. Esto permite adelantar la siembra y que el cultivo crezca mayor tiempo durante el período de precipitación.
- 2) Con el suelo cubierto de mulch, el período de humedad adecuada para el cultivo en el suelo se prolonga, o al reducir la evaporación. Esto se debe a que capta mejor el agua de lluvia al aumentar su infiltración en el suelo.

Por lo tanto, al aplicar la técnica sin laboreo, se mejora la disponibilidad de agua durante un período largo.

K. Permite cultivar en terrenos que se consideraban marginales para el laboreo convencional.

Se puede sembrar con el método sin laboreo en suelos que, por su pendiente fuerte, dificultan el uso de maquinaria y son muy susceptibles a la erosión, o que tienen alto porcentaje de pedregosidad superficial.

Otro factor es la presencia de troncos y raíces, que impiden el laboreo, si se usa el método de laboreo convencional (83).

Phillips (59), en el cuadro 19, muestra que terrenos que no son laborables, por tener una pendiente mayor del 21%, pueden ser usados aplicando el método sin laboreo.

Cuadro 19. Pérdida de suelo por erosión en una cuenca de 0.8 ha cultivadas de maíz, bajo dos métodos de laboreo.

Año	Laboreo convencional (ton/ha)	Sin laboreo (ton/ha)
1964	6.47	0.14
1965	0.13	0
1966	0	0
1967	2.20	0
1968	0	0
1969	10.01	0.02
1969	-*	0.06
1970	0.11	0
1970	1*	0
1971	0	0
1971	-*	0

Terreno pendiente arriba del 21%, comunmente dificil de ser cultivado con maquinaria.

Fuente: Phillips y Young (59)

L. Mejora la oportunidad de decisiones.

Con el método sin laboreo, se tiene mejor oportunidad para decidir el tamaño del área a sembrar; en cambio, cuando se emplea el sistema convencional, muchas veces no alcanza el tiempo para la preparación del área deseada. Además, si se ha arado un área y se desea sembrar menos, los gastos incurridos en la preparación del suelo obligan a sembrar toda el área preparada.

La práctica de laboreo convencional, en ciertos tipos de suelo, al humedecerse por la lluvia, se hace difícil el tráfico de maquinaria. Esta puede hundirse, atascarse o resbalarse, por lo tanto, tiene que esperarse a que se drene lo suficiente para que mejoren las condiciones, y poder usar la maquinaria. En ciertas ocasiones, pasa mucho tiempo antes de que se presenten estas condiciones, y se retrasa la siembra del cultivo, o bien, se cancela definitivamente.

En el método sin laboreo, el suelo no está suelto. Esto da firmeza para que no se hunda la maquinaria. El suelo rápidamente está con humedad adecuada, pues tiene mejor infiltración, y con el mulch disminuye el resbalamiento. Además, se eliminan las prácticas de aradura y desmenuzamiento del suelo, que son las prácticas que requieren mayor tracción (59), reduciéndose así los problemas anteriores. También, al requerir menor tracción y, por ende, potencia, la maquinaria requerida es más liviana. Esto también ayuda a resolver los mismos problemas.

El suelo sin laboreo presenta mejores condiciones para el uso de maquinaria, permitiendo sembrar en cualquier momento, más aún cuando ésta se haga a mano.

Por lo anterior, se tiene la oportunidad de decidir la fecha de siembra, calculando que las épocas de mayores requerimientos del cultivo coincidan con las épocas de mayor precipitación, o que no coincidan con los períodos de sequía.

Utilizando el método sin laboreo, se podría adelantar la fecha de siembra, pero habría que evaluar la posibilidad de que las plagas migren hacia el cultivo por ser el primero que aparece en la zona.

También puede calcularse que la cosecha del cultivo coincida con la épocas de sequía, para mayor facilidad de la operación. Así también en otros cultivos que necesitan períodos de menor humedad, para la concentración de azúcares.

M. Aumenta la eficiencia del riego.

El método sin laboreo facilita el riego, pues mantiene durante más tiempo la disponibilidad de agua para la planta (51), con lo que se disminuye la frecuencia de riesgos y así también se reduce el caudal necesario para el riego, al disminuir las pérdidas por la evaporación.

En el riego por gravedad, se mantienen los canales, porque no se remueve el suelo. Esto reduce el costo del cultivo bajo riego. También se reduce la erosión que puede ser causada por el riego.

N. Algunas condiciones en que el manejo de suelos y de rastros reducen el problema de plagas.

Altieri (2) y Reyes (66), en Colombia, Griffith (25), en los Estados Unidos y Guevara, en Costa Rica, refieren que los residuos y la gran variedad de plantas asociadas con el método sin laboreo, pueden reducir el ataque de insectos, aumentar el número de depredadores o proveer otras plantas alimenticias para las plagas, dejando libre el cultivo.

Shenk et al (75), en Costa Rica, compararon tratamientos de control de plagas, con y sin laboreo. El tratamiento con laboreo y sin control de plagas obtuvo pérdidas que fueron significativamente mayores estadísticamente. Ver cuadro 20.

Shenk y Sanders (76), también en Costa Rica, encontraron que, sin combate de insectos, el rendimiento promedio de seis repeticiones fue de 2077 kg/ha y de 3086 kg/ha de maíz en grano para el método de laboreo convencional y con labranza cero respectivamente. Con combate de insectos, los rendimientos obtenidos fueron de 2489 y de 3716 kg/ha, con el método convencional y con labranza cero respectivamente, observándose daños parecidos en ambos tipos de labranza.

Carballo (12), en Costa Rica, en cultivo de maíz, comparó cinco prácticas sin laboreo y una con laboreo; todos con y sin control químico de plagas, el cual consistió en aplicar carbofurán (1kg/ha) con la semilla durante la siembra, más metomil (0.145 kg/ha) o triclorfón (0.5 kg/ha) al follaje

15, 25, y 45 días después de la siembra, de acuerdo a los requerimientos. Los tratamientos fueron:

1. Chapeo a ras del suelo + Glyfosato.
2. Chapeo alto + Glyfosato.
3. Chapeo al ras + MSMA, Paraquat y Antrazina.
4. Chapeo al ras y siembra un día después de sembrar y Paraquat 22 días después de la siembra.
5. Arado y rastreado + Esteron (2,4-D y 2,4,5-T).
6. Chapeo al ras y siembra con deshierbe normal.

Se encontró que sin control químico de plagas, fue el menos atacado por Spodeptera fungiperda. Se cree que esta cobertura vegetal gruesa interfirió con los estímulos visuales y químicos de los insectos; en contraste con el tratamiento 5, que fue el maíz atacado, porque las plantas de maíz fueron más visibles (12). Ver figura 5.

En el mismo experimento, se obtuvo mayor rendimiento de maíz con la aplicación de la técnica sin laboreo, con y sin control de plantas (12). Ver figura 6.

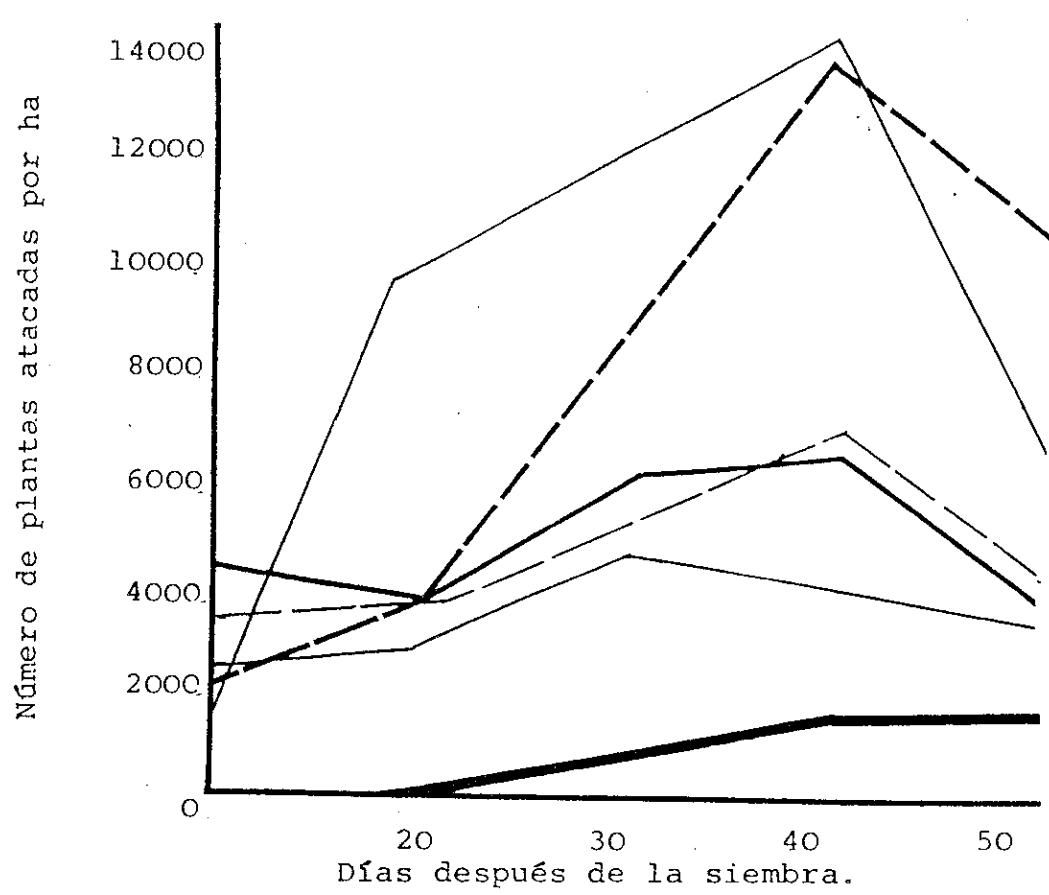


Figura 5. Efecto de varios métodos de manejos de malezas sin control con insecticidas, sobre la incidencia de *Spodoptera Frugiperda*.

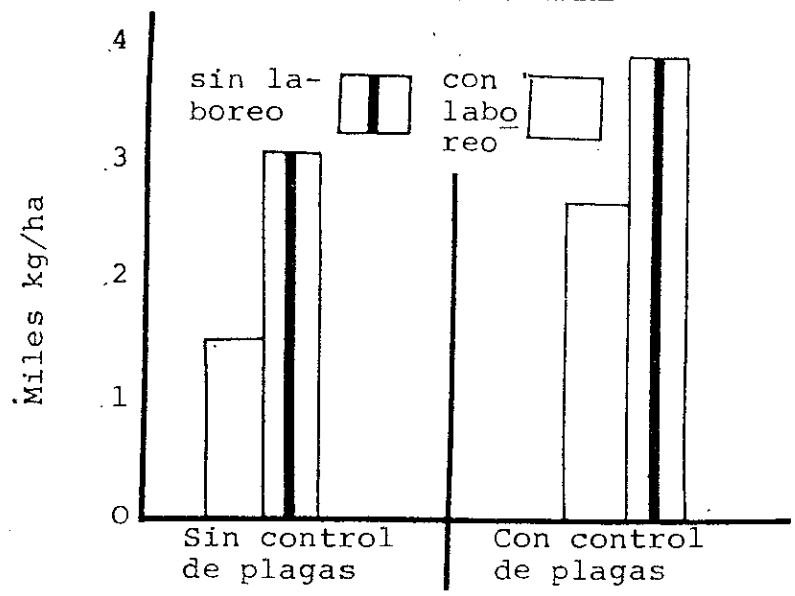


Fig. 6. Rendimiento de maíz con y sin laboreo, con y sin control de plagas (12).

También se midió el número de plantas de maíz dañadas por la plaga Diabrotica balteata. El ataque fue seis veces mayor en parcelas aradas que en las de labranza cero. Este aumento de colonización en parcelas aradas se cree que está relacionado con el alto contraste del color entre la planta y el suelo descubierto. Además, por una preferencia del insecto de ovipositar en suelos mecanizados (12). Los resultados pueden verse en la figura 6.

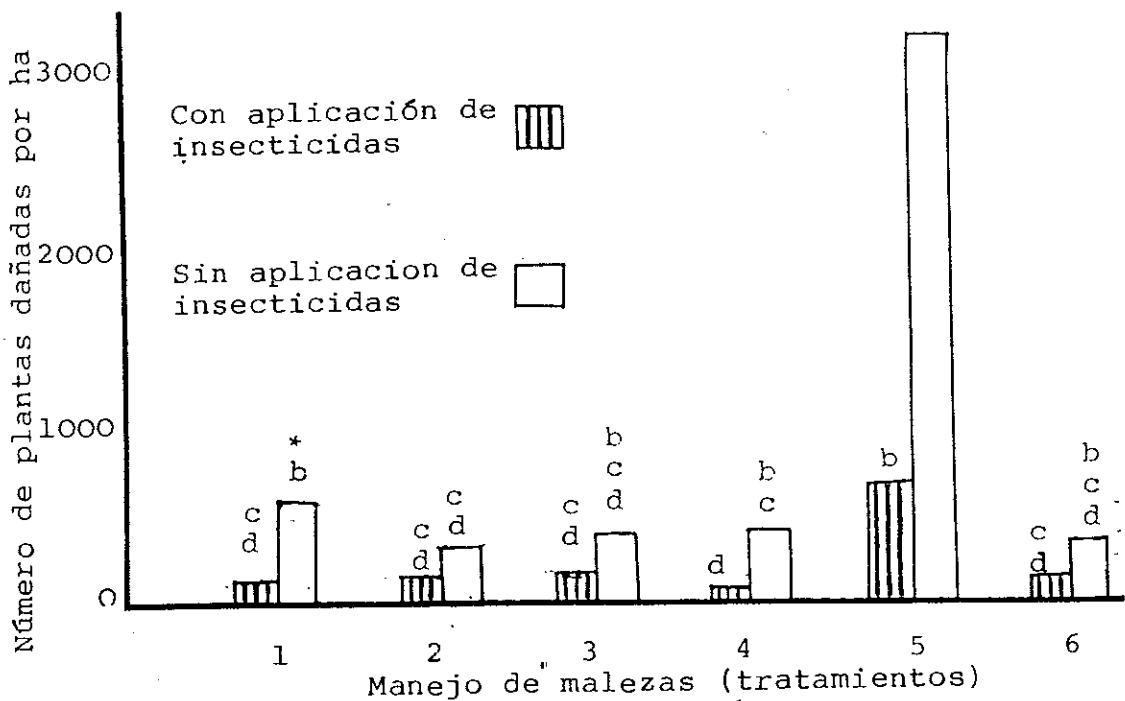


Fig. 7. Efecto de varios sistemas de manejo de malezas y sin combate de insectos sobre el daño al follaje de maíz por adultos de Diabrotica balteata. A los 15 días de sembrado.

* las columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

Cuadro 20. Producción de maíz en parcelas con y sin laboreo con y sin combate de plagas.

Tratamiento	Rendimiento con laboreo	ton/ha sin laboreo
Testigo	2.8 e1	3.6 c
Aldrin	3.8 bcd	3.8 bcd
Aldrin + Foliar	3.7 bcd	3.8 bcd
Carbofuran	4.3 abc	4.8 a
Carbofuran + Roliar	4.9 a	4.5 ab
Foliar	3.4 de	3.8 bc

1. Resultados con igual letra no son estadísticamente significativos o sea diferentes entre sí.
2. Aldrin y Carbofurán fueron aplicados al suelo a la siembra.

Foliar= Combate de plagas del follaje.

Fuente: Shenk et al (75)

O. El método sin laboreo es energéticamente más eficiente.

El método sin laboreo, requiere menor insumo de energía comercial, pues se ahorra la energía que se gasta en el laboreo, que son las labores que consumen más potencia y, por ende, también de energía. Ver cuadro 21.

Bone (8), indica que se requiere ocho veces más combustible para cultivar soya utilizando el sistema de labranza convencional, que para el método sin laboreo.

Maldonado (51), determinó la eficiencia energética calculando la energía gastada en producir US\$ 100 netos por hectárea. El método de labranza cero resultó ser más eficiente que el mecanizado. Ver cuadro 22.

Aunque debe notarse que la eficiencia se redujo con la aplicación nitrógeno.

Con el método sin laboreo se reduce el tráfico sobre el terreno y el número de operaciones, Ver cuadro 23.

Al comparar las figuras 8 y 9, se nota la reducción en el porcentaje de la energía comercial que se utiliza en combustible y maquinaria para a agricultura en los métodos con y sin laboreo.

Cuadro 21. Las necesidades totales de potencia por hectárea para la preparación de la tierra y la siembra con los métodos convencional y sin laboreo.

		Caballos de fuerza	
laboreo convencional	arar	19.52	a 35.33
	2 disqueadas	21.74	a 27.18
	1 cultivador	3.21	a 6.42
	siembra	1.48	a 2.97
	Total	45.95	a 71.91
sin laboreo	siembra	0.99	a 2.47
	pulverización	0.49	a 1.98
	Total	1.48	4.45

Fuente= Phillips Young (59).

Cuadro 22. Energía (en mega-julios) requerida para generar US\$100 netos/ha con tres métodos de manejo de la vegetación, con cuatro niveles de nitrógeno durante tres ciclos de siembra; 1) maíz, 2) maíz asociado con frijol y 3) maíz.

Nitrógeno kg/ha	Mega-julios/\$100 ingreso neto		
	Arado	No laboreo y quema	No laboreo y Glyphosato
0	818	164	79
75	1072	660	776
150	1556	1227	1142
225	2263	1736	1623

1. Energía cultural incluye la energía de mano de obra humana y la de los fertilizantes, pesticidas, maquinaria y combustible. No incluye energía fotosintética. 1 mega-julio= 283.83 kilocalorías.

Fuente: Maldonado (51).



Cuadro 23. Número de desplazamientos y operaciones sobre el campo según el sistema de laboreo.

	Laboreo convencional	laboreo mínimo	Sin Laboreo
Arada	1	1	1
disqueadas	2 ó más	0 ó más	0
siembra	1	1 ó 0	1
fumigaciones	0 ó más	1 ó más	1 ó más
cultivadas	2 ó más	1 ó 2	0
cosecha	1 ó más	1 ó más	1 ó más
	7 ó más	4 ó 5 o más	3 ó más

Fuente: Phillips Young (59).



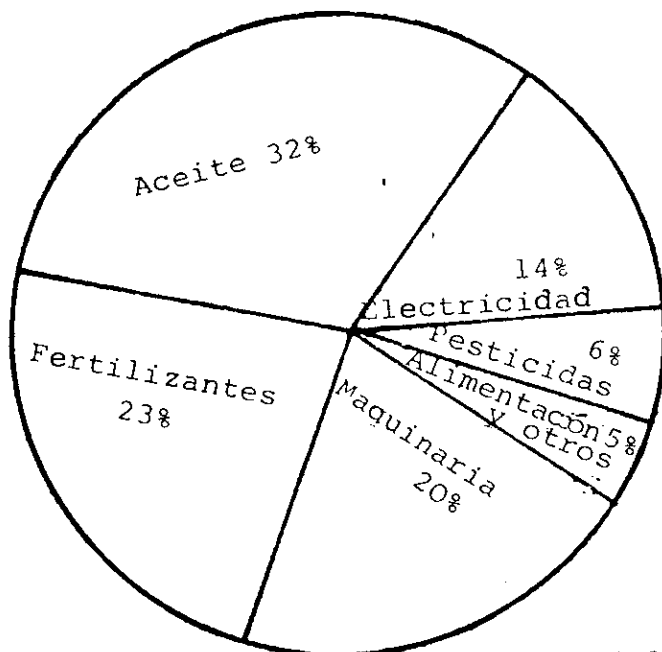


Fig. 8. Porcentaje de la energía comercial gastada en las diferentes actividades, para toda la agricultura de los USA. 1974

Fuente: Phillips R.F., Thomas B.W. y Blevins (63).

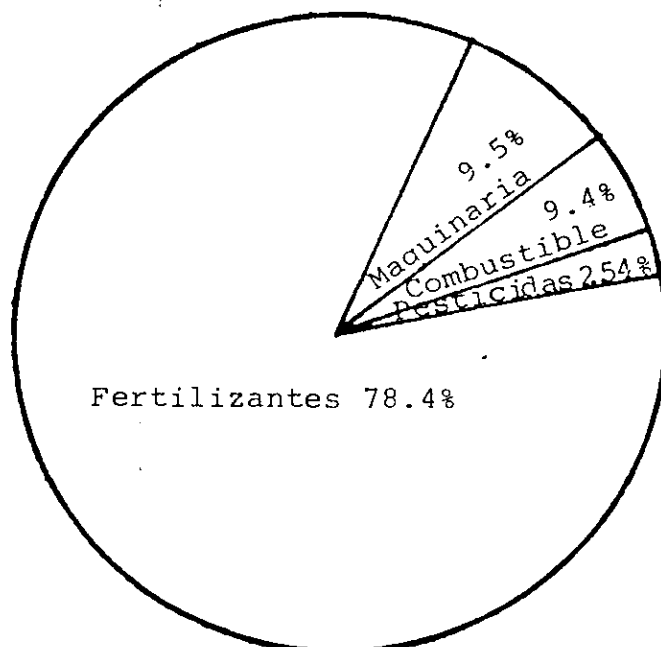


Fig. 9. Porcentaje de la energía comercial gastada en las diferentes actividades para siembra de maíz sin laboreo en USA, 1976.

Fuente: Hargrove (30).

P. Mayor eficiencia económica.

El método sin laboreo tiene una mayor eficiencia económica, puesto que reduce los costos en los siguientes factores:

1. Maquinaria: al eliminar las operaciones de subsolado, arado y rastreo, que son las operaciones que utilizan la mayor potencia, también se reduce la inversión en maquinaria, al ahorrar las horas/máquina que se utilizan en estas operaciones de laboreo. Esto permite sembrar una mayor área por unidad de maquinaria, aumentando la eficiencia de su uso.

No se tiene que invertir en la compra de implementos de laboreo (subsoladores, arados, rastras, cultivadores). Se requieren máquinas de menor potencia que son más baratas.

2. Combustibles y lubricantes: se reduce el gasto en combustibles y lubricantes por área, al eliminar las labores de aradura y rastreo del suelo.
3. Mano de obra: la labranza cero reduce la mano de obra que se utiliza en las labores de arado y desmenuzamiento del suelo.
4. Control de la erosión: no hay que gastar en la aplicación o construcción de prácticas de conservación de suelos que se recomiendan en el laboreo convencional, que dificultan el tránsito de maquinaria. El método de labranza cero reduce eficazmente la ero-

sión, sin que esto conlleve gasto alguno.

Con la técnica sin laboreo, se pueden incrementar los costos de semilla y fertilizantes nitrogenados (en los primeros ciclos de siembra), costos que generalmente son pequeños. En algunos casos habría que evaluarlos, principalmente en los sistemas de producción del pequeño agricultor.

En las condiciones del pequeño agricultor en los trópicos, los cultivos de maíz y frijol son más rentables bajo el sistema de labranza cero (88).

En Costa Rica, el laboreo convencional tuvo un costo de producción por hectárea de US\$ 58.45 más que el de labranza cero (18).

La reducción de costos no sería importante si no se obtuviera una adecuada productividad. Pero, como se vio anteriormente, la productividad generalmente se ha mantenido o aumentado.

VI. DESVENTAJAS

A. Reducción de la productividad.

Las causas de la reducción de la productividad por uso del método labranza cero, son:

1. Deficiente control de las malas hierbas. Esto es lo más común.
2. En suelos de textura fina, con permeabilidad muy lenta, la humedad es tan alta, que se acerca o sobrepasa la capacidad de campo (0.33 de tensión de adhesión a las partículas del suelo), condición en que se reduce la absorción y la productividad de los cultivos. En estas condiciones se agrava el problema al aplicar el método sin laboreo, pues aumenta aún más la humedad en el suelo.

Para poder usar el método sin laboreo, se recomienda investigar posibles compactaciones o cuál es la causa del drenaje lento para corregirlo.

Si no es posible corregirlas, o no es rentable, se podría considerar el cultivo de arroz u otro cultivo que absorba el agua en esas condiciones de exceso de humedad.

3. Se puede reducir la productividad, al bajar el porcentaje de germinación de las semillas en el campo, por las siguientes causas:

- a. Con el método labranza cero, el suelo queda unifor-

mamente preparado como cuando se usa el de laboreo convencional. Esto puede causar que al sembrar con máquina, la semilla quede poco o muy cubierta, lo que baja el porcentaje de germinación. El problema puede solucionarse con disminuir la velocidad del tractor y graduar la sembradora. También se recomienda aumentar la cantidad de semilla por unidad de área (59).

- b. El mulch, al disminuir la temperatura del suelo, podría causar un bajo porcentaje de germinación de la semilla.
- 4. Otro problema puede ser que el mulch o las condiciones ambientales del no laboreo provean un mayor ataque de plagas o enfermedades.
- 5. Cultivos con raíces de poca capacidad de penetración, como ejemplo, cultivos hortícolas, tubérculos y bulbos, necesitan expandirse dentro del suelo, y si éste es de textura arcillosa, limitan su desarrollo. Pero existen texturas medias y gruesas en las que estos cultivos sí pueden desarrollar con el sistema sin laboreo.

B. Bajas temperaturas en el suelo.

El mulch capta la luz solar, reduciendo su incidencia directamente sobre el suelo. La transmisión del calor recibido se realiza a través del aire que atrapa del mulch; éste sirve como aislante. Por esto, durante las horas de mayor

radiación, el suelo recibe menos calor, lo cual provoca que la temperatura en esas horas sea menor, comparada con la del suelo con laboreo convencional.

Durante la noche, el aire atrapado por el mulch funciona como aislante que reduce el enfriamiento del suelo. De esta manera el suelo conserva una temperatura más constante y, en promedio, más baja que con el método de laboreo convencional (59).

La germinación de la semilla y el posterior desarrollo de la planta está en función de la temperatura del suelo. Según Phillips (59), se necesita un mínimo de 10°C durante la mayor parte del día para la germinación de la semilla.

Generalmente, la temperatura del suelo varía entre 5° C menos ó 2° C más que el promedio de la temperatura del aire (59). Esto es muy importante tomarlo en cuenta en países de climas templados, pero en Guatemala no se tendría este problema, pues no existen zonas con temperaturas así de bajas (35).

C. Retraso en el desarrollo inicial del cultivo.

Con el método de laboreo convencional, el suelo queda suelto y desmenuzado, lo cual provee mejor oportunidad de un rápido desarrollo de raíces y de la planta, tanto del cultivo, como de las malas hierbas anuales. Por el contrario, con la labranza cero, el desarrollo inicial en algunos casos es más lento y disparejo, por lo que varios agricultores no confían en este método.

El retraso ocurre únicamente durante el inicio del crecimiento del cultivo, pues por las mejores condiciones que provee este método de labranza cero, alcanza, y en algunos casos supera, el desarrollo del cultivo con laboreo convencional (12, 51, 63).

Además, el menor desarrollo en la etapa inicial, es una ventaja para el control de malezas, que también se retrasan y al controlarlas, vuelven a desarrollar lentamente. El cultivo ya puede competir contra ellas, pues en ese momento ya tiene una mayor velocidad de desarrollo.

D. Mayor incidencia de plagas y enfermedades.

En los Estados Unidos y en países de clima templado, se ha encontrado un mayor potencial de pérdidas causadas por insectos y enfermedades en siembras sin laboreo. Esta es tal vez la mayor desventaja del método sin laboreo. Sin embargo, su efecto no es muy importante a juzgar por los rendimientos y el gran auge en la adopción de esta técnica (2, 24, 25, 56, 59, 76, 83).

En los Estados Unidos, All (1) y Gregori (24), encontraron que en la práctica sin laboreo, el mulch puede proveer microclimas favorables para el desarrollo de plagas y enfermedades. Además, la mecanización del laboreo convencional, destruye plagas o malezas que sirven de hospederos a plagas y enfermedades.

Los ratones, topos, otros roedores y también los pájaros, causan mayor problema cuando se aplica la técnica sin la-

boreo, pues éstos son atraídos por la población de insectos hospedados en el mulch. Además, el laboreo convencional de roedores y pájaros puede ser fácilmente combatido aplicando cebos (59).

Crisen (15) y Maldonado (51), en Costa Rica, en siembras de frijol encontraron un mayor ataque de babosas en el método sin laboreo; pero, de todas maneras, la productividad fue mayor que con laboreo convencional.

Musik (56), indica que la mecanización frecuentemente destruye las larvas de *Phyllophaga* sp.

Phillips y Young (59), indican que la incidencia de plagas de insectos y enfermedades, y también su control, son prácticamente iguales, independientemente del método de laboreo que se utilice. Ver cuadros 24, 25, 26, 27, 28, 29.

En los cereales trigo, cebada, y centeno, la incidencia de enfermedades es similar en ambos tipos de laboreo. Lo mismo ocurre con el cultivo de sorgo.

Cuadro 24. Comparación de la incidencia del ataque de insectos en diferentes cultivos, con y sin laboreo.

Tipo de daño o insecto	problemas similares	Problemas levemente mayores
Algunos insectos que dañan la semilla:		
Gusano de la semilla <u>Hylemya cilicrura</u>	X	
Gusano alambre <u>Aeolus sp</u> <u>Melanotus ciliolosus y otros</u>	X	
<u>Agonoderus leonti y Clivina impressifrons</u>	X	
Gusanos cortadores (muchas especies del orden Lepidoptera, fa. Noctuidae)		X(no laboreo)
<u>Colapsis flavida</u>	X	
<u>Pseudaletia unipuncta</u> , <u>Lephygma frugiperda</u> , <u>Spodeoptera eridiana</u> , <u>ornithogalli</u> y otros		X(no laboreo) cuando se hace sobre pasturas
<u>Deroceras loeva</u> y otros		X(no laboreo cuando se siembra sobre residuos densos)
Afidos de la raíz (maíz: <u>Aneviaphys maidiradicis</u> ; remolacha azucarera: <u>Pemphisgusbetae</u>)		X(no laboreo en secuencia continua)

Fuente: Phyllips young (59)

Cuadro 25. Comparación de la incidencia del ataque de insectos en diferentes cultivos, con y sin laboreo.

Tipo de daño o insecto:	Problemas similares	Problemas levemente mayores
Algunos insectos que dañan la hoja, tallos o el grano en desarrollo:		
<u>Calendra maidis</u> ; <u>Calendra callosa</u> ; <u>Calendra parvulus</u>	X	
Taladro del maíz europeo <u>Pyrausta nubilalis</u>	X	
Taladro del maíz del Suroeste <u>Zeadiatraea grandiosella</u> ; Taladro del maíz del sue <u>Diatraea crambidoides</u> y Taladro común del tallo <u>Papaipema nebris</u>	X	
<u>Blissus leucopterus</u> y <u>Blissus leucopterus hirtus</u>	X	
Escarabajo japonés <u>Oaoukka Haoibuci</u>	X	
Oruga del cogollo del maíz <u>Heliothis zea</u>	X	
<u>Crambus caliginusellus</u> , <u>Crambus teterrelus</u> , <u>Crambus mutabilis</u> y otros		X(no laboreo)

Fuente: Phyllips y Young (59).

Cuadro 26 Comparación de la incidencia de enfermedades fúngicas en el cultivo del maíz al aplicar las técnicas con y sin laboreo.

Enfermedad	Incidencia
<u>Enfermedades del tallo:</u>	
Podredumbre <u>Diplodia Zeae</u> y <u>D. Macrospora</u>	igual
Podredumbre <u>Gibberella spp</u>	igual
Podredumbre carbonosa <u>Pythium spp</u>	igual
<u>Podredumbre de la raíz:</u>	
Podredumbre <u>Pythium Arrhenomanes</u> y <u>P. Graminícola</u>	igual
<u>Podredumbre de la mazorca:</u>	
Podredumbre seca <u>Diplodia zeae</u>	igual
Podredumbre <u>Fusarium spp</u>	igual
Podredumbre de la mazorca y del marlo <u>Nigrospora orysae</u>	igual
Podredumbre <u>Gibberella spp</u>	igual
Moho gris <u>Botrytis cirerea</u>	igual
Podredumbre <u>Penicillium spp</u>	igual
<u>Enfermedades de la hoja:</u>	
Tizón de la plántula <u>Helminthosporium maydis</u>	igual
Tizón <u>Helminthosporium turcicum</u>	igual
<u>Antracnosis</u>	mayor, sin laboreo
Tizón amarillento de las hojas	mayor, sin laboreo
<u>Royas y carbones</u>	igual

Fuente: Phillips y Young (59).

Cuadro 27. Comparación de la incidencia de enfermedades bacterianas y virosas en el cultivo del maíz al aplicar las técnicas con y sin laboreo.

Enfermedad	Incidencia
<u>Enfermedades del tallo:</u>	
Podredumbre bacteriana, bacteria	igual
<u>Enfermedades virosas:</u>	
Virus del mosaico de la caña de azúcar en maíz	igual
Virus que atacan la caña de azúcar	igual
Mosaico amarillo del trigo	igual

Fuente: Phillips y Young (59).

Cuadro 28. Comparación de la incidencia de las enfermedades fungosas, en el cultivo de soya al aplicar las técnicas con y sin laboreo.

Enfermedad	Incidencia
<u>Enfermedades de la hoja:</u>	
Mildiu <u>Corynespora cassicola</u>	igual
Mancha foliar <u>Cercospora sojina</u>	igual
Mancha foliar <u>Alternaria spp</u>	igual
<u>Enfermedades del tallo y de la raíz:</u>	
Podredumbre castaña del tallo <u>Cephalosporium gregatum</u>	igual
Tizón de vaina y tallo	igual
Podredumbre de la raíz <u>Phytophthora</u>	igual
Podredumbre <u>Pythium spp</u>	igual
Podredumbre <u>Rhizoctonia spp</u>	igual
Podredumbre de la raíz <u>Fusarium spp</u>	igual
Antracnosis	igual
Podredumbre carbonosa	igual
Podredumbre de la raíz <u>Sclerotium rolfsii</u>	igual
Podredumbre del tallo	igual

Fuente: Phyllips y Young (59).

Cuadro 29. Comparación de la incidencia de enfermedades bacterianas y virosas en el cultivo de soya al aplicar las técnicas con y sin laboreo.

Enfermedad	Incidencia
<u>Enfermedades de la hoja:</u>	
Tizón bacteriano: Bacteria	mayor, sin laboreo
Póstula bacteriana: Bacteria	mayor, sin laboreo
Quemado bacteriano: Bacteria	mayor, sin laboreo
<u>Enfermedades virosas:</u>	
Mosaico	igual
Tizón de las yemas	igual

Fuente: Phyllips y Young (59).

E. Requerimientos de semilla y fertilizantes nitrogenados.

Si la capa arable del suelo no queda uniforme por la presencia del mulch en siembra a máquina, muchas veces se requiere aumentar la cantidad de semilla para conseguir la población de plantas deseada (59).

Para siembra de maíz en los Estados Unidos con el sistema sin laboreo, varios agricultores acostumbran aumentar el 20% de la semilla que utilizan en el laboreo convencional (59).

Durante los 2 a 4 primeros ciclos de siembra con el método sin laboreo, pueden ser necesarias mayores dosis de nitrógeno para mantener la productividad. Después, se establece un equilibrio entre los microorganismos, y entonces el nivel de nitrógeno disponible se iguala al de terreno arado (7, 16, 46).

El nitrógeno tiene una gran velocidad de movimiento en los suelos, casi igual que la velocidad de infiltración de agua (63). Al emplear el método sin laboreo, se aumenta la infiltración y el nitrógeno se puede lixiviar fácilmente. Los resultados de investigaciones recientes, recomiendan aplicarlo sobre la superficie del suelo. La mitad en el momento de la siembra, y el resto unos días antes del mayor requerimiento del cultivo (7, 60).

F. No se puede cosechar los residuos del cultivo anterior.

El mulch es el residuo del cultivo anterior y de las malezas. Este material, que puede ser utilizado para alimen-

tar ganado, cuando se emplea el método sin laboreo, no puede utilizarse por la necesidad de que se quede sobre el suelo; pero cuando ya existe una capa de mulch suficiente por la acumulación en cultivos anteriores, ya se podría cosechar para forraje.

G. Riesgo de quema.

Algún riesgo se corre, ya que el mulch puede ser combustible y que, por ser una capa uniforme, extienda el fuego en todo el cultivo. Esto es poco probable, pues el mulch se mantiene húmedo, a menos que durante un período largo de sequía en que se seque demasiado, pueda ser fácilmente inflamable.

VII. CULTIVOS EN LOS QUE YA SE APLICA EL METODO.

1. Ajonjolí (Sesamum indicum).

Según el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, el ajonjolí se ha sembrado en Guatemala desde hace varios años, como cultivo de segunda, después del maíz. La siembra se lleva a cabo rayando el suelo a una profundidad de 2 cm donde se coloca la semilla. Los rendimientos son de 722 kg/ha.

2. Algodón (Gossypium sp).

Los rendimientos han sido iguales a los del sistema convencional. La compañía Monsanto tiene actualmente un experimento en Guatemala.

3. Arroz (Oryza sativa).

Phillips et al (63), reporta datos obtenidos en Nigeria con siembras de arroz, con las técnicas de secado e inundación, aplicando los dos métodos de laboreo. Los resultados se encuentran en los cuadros 30 y 31.

Cuadro 30. Rendimientos de arroz bajo los dos sistemas en Ton/ha.

Características	Sin laboreo	Laboreo convencional
Con suficiente humedad	2.07	1.78
Con humedad restringida	1.11	1.10
Promedio	1.59	1.44

Fuente: Phillips et al (63).

Cuadro 31. Rendimientos de arroz en inundación empleando las dos técnicas. Ton/ha.

Método de siembra	fertilizando	No laboreo	Laboreo Convencional
Transplantado	N ₁ P ₁	6.11	6.45
	N ₁ P ₂	6.06	5.77
	N ₂ P ₁	5.60	5.62
	N ₂ P ₂	5.15	4.79
Siembra directa	N ₁ P ₁	5.93	5.70
	N ₁ P ₂	6.71	5.51
	N ₂ P ₁	5.88	6.11
	N ₂ P ₂	5.41	4.98
\bar{X} Promedio		5.86	5.62

N₁ 60 kg N/ha
 P₂ 60 kg P/ha
 N₂ 120 kg P/ha
 P₁ 30 kg P/ha

Fuentes: Phillips et al (63).

4. Camote (Ipomoea batatus).

Tirado (79), en Costa Rica, no encontró diferencias en los rendimientos con el laboreo convencional. Los resultados que encontró Chaundler (14) en la zona montañosa de Puerto Rico fueron similares.

5. Cebada (Hordeum vulgare).

Se puede observar en el cuadro 32 los rendimientos de la cebada, los cuales no difieren con el método de laboreo.

Cuadro 32 . Rendimiento de cereales bajo las dos técnicas
Kg/ha

Cultivo	Convencional	Sin laboreo
Cebada de invierno (<u>Hordeum Vulgare</u>) después de trigo	5630	5550
Trigo de invierno (<u>Triticum sativum</u>) después de avena	4680	4770
Trigo de invierno (<u>Triticum sativum</u>) después de avena	5180	5090
Cebada de primavera (<u>Hordeum vulgare</u>) después de avena	2880	2830

Fuente: Phillips y Young (59)

6. Cowpea (Vigna sinensis).

Phillips et al (63) informaron sobre experimentos realizados en Nigeria, en cuatro localidades en los que se obtuvo un promedio mayor de rendimiento con el método sin laboreo. Ver cuadro 33.

Cuadro 33. Productividad del cowpea con los dos métodos de laboreo, en Nigeria.

Localidad	Productividad Ton/ha	Relación de productividad cin laboreo /lab.convencional
Ibadam	0.87	1.07
Port Harcourt	0.30	0.86
Ikenne	2.03	1.16
Ilorá	1.32	<u>1.65</u>
\bar{X}		1.19

Fuente: Phillips et al (63)

7. Cebolla (Allium cepa).

Maldonado (53), en Guatemala, hizo una siembra de varios cultivos, entre los que se encuentra la cebolla, la cual tuvo menor productividad empleando la técnica de labranza cero.

8. Cucurbitáceas.

Actualmente no existen datos, pero Young (85) ha encontrado buenos resultados, que habría que evaluar en Guatemala.

9. Chile (Capsicum frutescens).

No existen datos, pero Phillips (59), informa sobre observaciones visuales prometedoras.

10. Espárrago (Asparagus officinalis).

Young (83), informa que ha visto plantaciones con buenos resultados donde se ha empleado la técnica sin laboreo.

11. Frijol (Phaseolus vulgaris).

Shenk (74), en Costa Rica, en monocultivo, obtuvo rendimientos de 1934 y 1169 kg/ha de frijol en grano, usando la técnica sin laboreo y laboreo convencional respectivamente.

Jiménez (36), en Costa Rica, sin aplicación de nitrógeno, los rendimientos de frijol común fueron de 1685 y 1678 kg/ha para el método sin laboreo y convencional respectivamente. Al aplicar 120 kg de nitrógeno/ha, los respectivos rendimientos fueron de 2908 y 2694 kg/ha.

12. Girasol (Helianthus annuus).

Young (83), informa haber visto buenas plantaciones bajo el sistema sin laboreo, pero no reporta rendimientos.

13. Maíz (Zea mays).

Lal (40), en Nigeria, reporta incrementos en la productividad del maíz entre el 46 y 52% aplicando el método sin laboreo, comparado con el laboreo convencional.

Phillips (63), en Nigeria, encontró un 16% de incremento en siete localidades bajo el método sin laboreo.

Maldonado (53), en Guatemala, encontró 25.76% de incremento en la productividad empleando el método sin laboreo. El mismo autor (51), en Costa Rica, evaluó la productividad a diferentes dosis de fertilización con nitrógeno. El cuadro 34 muestra los resultados obtenidos en esa experimentación.

Con base en la información del cuadro 34, se puede observar que cuando hay suficiente humedad en el suelo, no existe mucha diferencia de productividad entre los dos métodos de laboreo, pero cuando la humedad es deficiente, el método de labranza cero supera al método convencional. Cuando se aplica nitrógeno, y existe suficiente humedad en el suelo, el método convencional supera al sin laboreo.

Cuadro 34. Rendimiento de maíz a cuatro niveles de nitrógeno bajo dos sistemas de labranza durante tres ciclos de siembra.

Ciclo y labranza	kg/ha de maíz en grano. 14% de humedad Nitrógeno (kg/ha)			
	0	75	150	225
Epoca Lluvioso- 1978 ¹ 296.1 mm de precipitación pluvial durante los prime- ros 45 días				
Labranza convencional	4100	5190	5820	6410
Labranza cero	4250	5570	5810	5860
Epoca seca 1978/9 ² 90 mm de precipitación plu- vial durante los primeros 45 días				
Labranza convencional	1240	1630	1760	1690
Labranza cero	1120	2820	3780	3170
Epoca lluviosa 1979 ³ 278.2 mm de precipitación durante los primeros 45 días				
Labranza convencional	2600	2210	4350	4270
Labranza cero	2210	2270	3110	3630

Fuente: Maldonado 51.

14. Papa (Solanum tuberosum L.).

Maldonado (54), en Guatemala, encontró deficientes resultados en la calidad y el rendimiento de la papa sembrada usando el método sin laboreo. Estos resultados son de un año, por lo que habría que hacer evaluaciones de varios años en diferentes tipos de suelo y cultivares, para poder dar resultados más precisos.

15. Pastos.

Phillips et al (63) y Young (85), en los Estados Unidos, reportan que no existe diferencia en la productividad de pastizales al emplear los métodos con y sin laboreo.

16. Piña (Ananas comosus).

Phillips et al (63), en Malasia, reportan que hay un gran potencial para el cultivo de piña sin laboreo.

17. Plátanos y Banano (Musa spp).

Shenk (77) y Chaundler (14), en Costa Rica y Puerto Rico, respectivamente, indicaron que no existe diferencia en la productividad al emplear los dos métodos.

18. Remolacha (Beta vulgaris).

Maldonado (53), en Guatemala, encontró bajos rendimientos en una prueba de un año, usando el método sin laboreo. Los resultados se ven en el cuadro 39.

19. Remolacha azucarera (Beta vulgaris).

Phillips (59), en los Estados Unidos, en un promedio de tres años, reportó buenos rendimientos aceptables al emplear el método sin laboreo. Ver resultados en el cuadro 35.

Cuadro 35. Efecto del laboreo en los rendimientos de la remolacha azucarera.

Tipo y época de laboreo		Rendimientos Ton/ha		
Otoño	Primavera	Estación noroeste	Estación norte	Fecha de siembra
Arado	disqueado	42.8	45.0	abril
Arado y disqueado	nada	45.8	45.0	marzo
Disqueado	nada	45.0	45.0	marzo
Labranza cero	disqueado	42.8	40.5	abril
Labranza cero	nada	42.8	42.8	marzo

Fuente: Phillips y Young (59)

20. Repollo (Brassica oleracea, var. capitata).

Maldonado (53), en Guatemala, reportó muy buenos resultados en los rendimientos de repollo al emplear el método sin laboreo. El cuadro 39 muestra los resultados.

Rodas (68), en Guatemala, concluye que en suelos de textura fina, el sistema convencional tuvo mayor productividad que con el método sin laboreo. En contraste con este resultado, en el suelo con textura franco-arenosa con el método sin laboreo, se obtuvo mejores resultados. Estos resultados se ven en el cuadro 36.

Cuadro 36. Rendimiento del repollo en las calidades comercial y de rechazo en miles de unidades por hectarea, por manejos de suelos, malezas y niveles de fertilización nitrogenada, de las localidades estudiadas.

Manejo del suelo y malezas	Fertilización Nitrogenada Kg/ha	calidad		calidad	
		Textura franco arenosa	arcillo	Textura franco arenosa	del suelo arcillo
Tradicional	0	3.88	0	34.41	39.19
	50	12.76	6.66	24.97	33.30
	100	18.87	19.24	18.87	20.170
	150	18.32	17.02	18.31	15.54
Limpia Química	0	1.11	0	26.07	15.54
	50	7.77	3.70	24.97	32.56
	100	18.32	14.06	18.31	22.20
	150	16.10	17.76	18.87	14.80
Limpia Manual + Aporque	0	1.66	0	32.74	22.91
	50	11.10	3.70	23.86	34.04
	100	22.20	14.06	13.85	19.24
	150	21.09	16.28	18.31	15.54
Limpia Manual	0	5.55		29.41	
	50	11.56		22.31	
	100	19.80		13.60	
	150	16.15		21.48	

Fuente: Rodas (68)

21. Sorgo (Sorghum vulgare).

Phillips y Young (59), en los Estados Unidos, informan sobre los siguientes resultados de tres años en este cultivo en el cuadro 37.

Cuadro 37. Rendimientos en grano de sorgo sembrado en segunda, después de trigo. Resultado de 3 años.

Años	Productividad kg/ha	
	No laboreo	Rotovador
1968	4144	3136
1969	5443	4172
1970	4771	4726
Promedio	5107	4449

22. Soya (Glycine max).

Young (83), también en los Estados Unidos, evaluó los rendimientos de ocho variedades de soya, bajo los dos métodos de laboreo. Ver cuadro 38.

Cuadro 38. Productividad de la soya, en Bushels/acre

Variedades de soya	Laboreo convencional	Labranza cero
Shelby	21.5	24.2
Dare	55.1	58.9
wayne	22.7	27.7
Hill	45.9	59.0
Clark 63	28.5	33.2
Hood	54.9	54.7
Kent	40.3	40.3
Cutler	31.3	41.2
\bar{X}	37.5	42.4

23. Trigo (Triticum vulgare).

Maldonado (53), en Guatemala, no encontró diferencias entre los rendimientos de los dos métodos de laboreo.

Phillips y Young (59), en los Estados Unidos de América, establecieron que no existe diferencia entre los dos métodos de laboreo.

24. Yuca (Manihot esculenta).

En Costa Rica, se ha encontrado que existe una relación estrecha entre el rendimiento y la textura del suelo. Burity (10), dice que los suelos de textura franco-arcillosa le dieron rendimientos de 42.2 y 33.5 ton/ha con laboreo convencional y sin laboreo, respectivamente. Cuando se aplicó en suelos con textura franco-limosa, yuca y frijol asociados, no existió diferencia entre los dos métodos de laboreo.

Lal (45), reportó una productividad mayor en el sistema sin laboreo en un suelo de textura liviana, en Nigeria.

25. Zanahoria (Daudus carota).

Maldonado (43), en Guatemala, encontró un incremento en la productividad y calidad de la zanahoria sembrada con el método sin laboreo. Ver cuadro 39.

Cuadro 39. Rendimiento promedio de varios cultivos bajo el método sin laboreo en Guatemala (54)

Repollo								
Manejo	Primera calidad		Segunda calidad		Tercera calidad		Rechazo calidad	
	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%
Tradicional	17		183		146		121	
Manual	54	+217	75	-59	137	-6	166.66	+38
Quimico	58	+241	125	-32	133	-9	212	0

Zanahoria								
Manejo	\bar{X}		\bar{X}		\bar{X}		\bar{X}	
	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%
Tradicional	86		420		1059		595	
Manual	125	+45	604	+44	958	-9	991	+66
Quimico	152	+76	369	-12	681	-36	479	-20

Remolacha								
Manejo	\bar{X}		\bar{X}		\bar{X}		\bar{X}	
	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%
Tradicional	95		202		178		166	
Manual	54	-43	190	-6	184	+3	461	+177
Quimico	80	-16	193	-4	273	+53	270	+62

Cebolla								
Manejo	\bar{X}		\bar{X}		\bar{X}		\bar{X}	
	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%
Tradicional	204		642		642			
Manual	93	-54	514	-20	815	+27		
Quimico	121	-41	805	+25	739	+15		

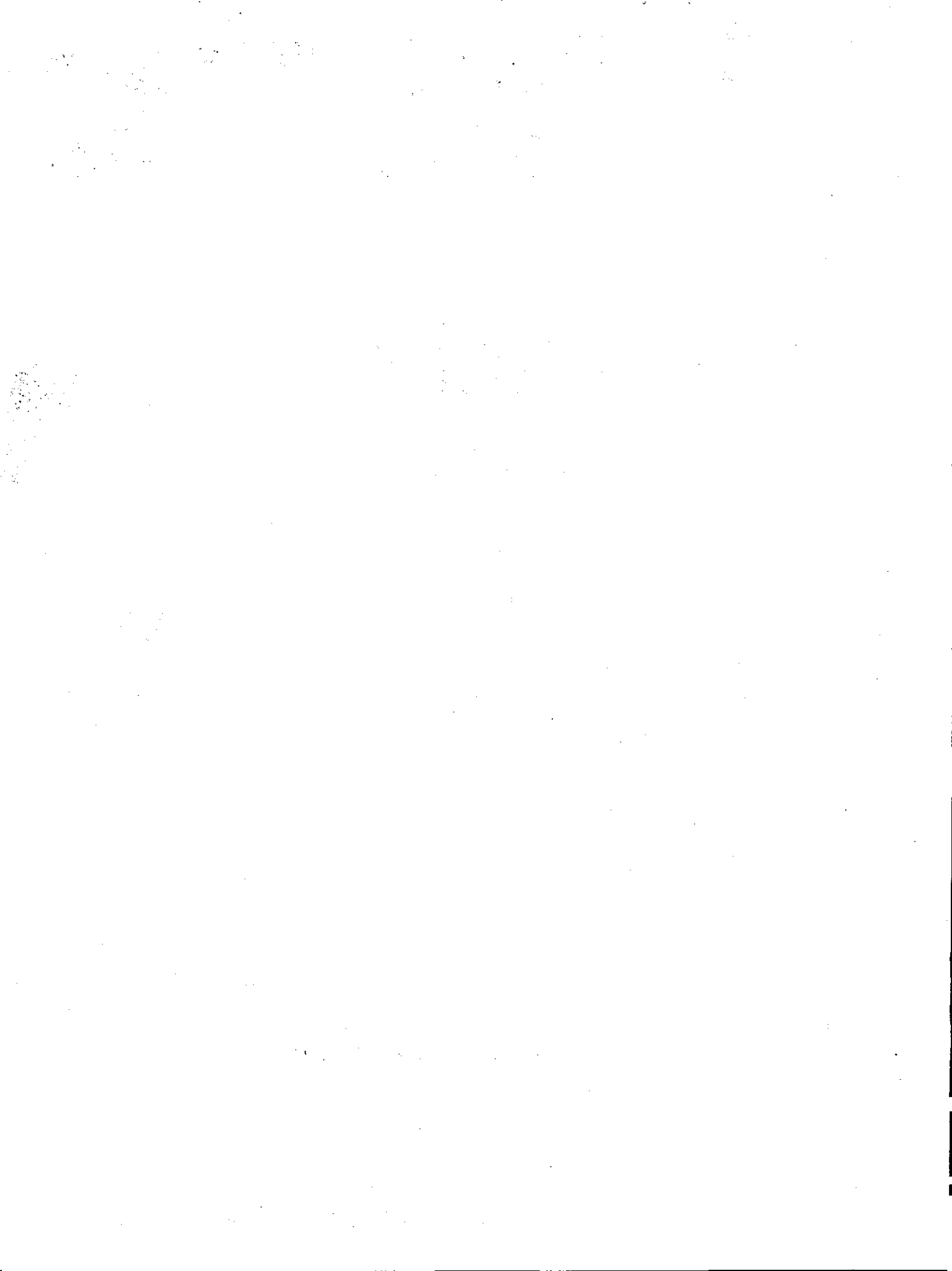
Fuente: Maldonado 54

los altos costos y la dificultad de aplicar las prácticas de conservación de suelo, que se requieren con el método de laboreo convencional.

Cuadro 40. Datos sobre material sólido en suspensión en ríos de algunas cuencas en Guatemala. 1975/76.

Ríos	Estación	Ton/ha/año
Cahabon	Chajcar	0.35
	Cahaboncito	0.64
Polochic	Telemán	2.97
Matanzas	Matacuy	0.78
Chixoy	Chicruz	7.99
	Chisiguan	3.25
	Las Torres	11.02
Motagua	Concuá II	1.65
	Morales	8.06
Pixcayá	El Tesoro	1.29
Xayá	La Presa	0.18
María Linda	Guacamayas	12.34
Coyolate	Cerro Colorado	72.73
Michatoya	Palin	0.42
Cuilco	Cuilco	11.41
Selegua	Chojil	23.48
Mopán	Mopán	0.10
	Arenal	0.01
Naranjo	Coatepeque	3.20
Samalá	Cantel	19.98
	Candelaria	5.33
Ocosito	Caballo Blanco	2.89
Los Esclavos	La Sonrisa	2.50
Aguacapa	Aguacaliente	7.68
Margaritas	Chiquimulilla	1.71

Fuente: INSIVUMEH (35)



VIII. IMPORTANCIA PARA GUATEMALA

A. Reducción de la erosión.

Este es el principal factor que sustenta la gran importancia que tiene para Guatemala y para el agricultor esta técnica de labranza cero, pues el 63% de la tierra del país es susceptible al acelerado proceso de deterioro del recurso del suelo, debido a una serie de factores. El cuadro muestra el peso de material sólido que arrastra el caudal de ríos localizados en ciertas cuencas hidrográficas.

Los datos del cuadro 40 sobre sólidos en suspensión no contemplan toda la erosión hídrica de la cuenca, pues no incluye las partículas de mayor tamaño que van en rodamiento sobre el lecho del río. Tampoco contienen las cantidades de suelo erosionado por la escorrentía que se depositan en las depresiones de los terrenos de las cuencas.

Simmons et al (78), reportan que casi la totalidad de los tipos de suelos de Guatemala, están clasificados como alta y muy alta susceptibilidad a la erosión inducida.

El control de la erosión se hace importante para el país, pues la escorrentía en la época lluviosa, en varias oportunidades, ha causado inundaciones. Además, el azolvamiento disminuye la vida y eficiencia de los proyectos hidroeléctricos.

Con labranza cero se hace más fácil legislar el control

B. Incremento de la producción agrícola nacional.

1. Con la reducción de costos e inversiones y, algunas veces, igual o mayor productividad, al aplicar la técnica de agricultura sin laboreo, se logra hacer a la empresa agrícola más rentable. Con esto se incentiva la producción agrícola.
2. La labranza cero aumentó el área bajo cultivo al utilizarse terrenos que anteriormente no se podían trabajar usando el sistema de laboreo convencional.
3. Al aplicar la técnica labranza cero, se incrementa el área de tierra que se cultiva con siembras de segunda, pues conserva más, y por mayor tiempo, la humedad del suelo.
4. Además, se puede aumentar la productividad de los terrenos que se siembran con laboreo convencional, y por lo tanto, sufrirían deficiencia de humedad en el suelo.

C. Materia orgánica.

La técnica de agricultura sin laboreo, permite mantener o aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo. lo cual garantiza que, en un futuro, se disponga de suelos con mayor grado de fertilidad que los actuales.

El método de laboreo convencional, por causa de la erosión y de la acelerada mineralización, disminuye el contenido de materia orgánica, por lo tanto los suelos, en un futuro, serán menos fértiles y más dependientes de fertilizantes.

Como consecuencia, el costo de producción agrícola aumentará. Así mismo, encarecerá el costo de vida del guatemalteco y creará un menor ingreso neto en los productos de exportación.

D. Maquinaria.

En la técnica de laboreo convencional, el arado y rastreado del suelo son la actividad que requiere mayor número de horas-máquina por unidad de área. Al eliminarse estas actividades usando el método sin laboreo, se aumenta el área que puede cultivar con la unidad de maquinaria, incrementándose la eficiencia de uso de este recurso. Además, se eliminan los implementos que se utilizan en estas labores.

Las labores de chapeo, aspersion, siembra, fertilización y cosecha que se pueden realizar con maquinaria en la labranza cero, son actividades que requieren poca potencia, y por lo tanto, es menor el desgaste de la maquinaria.

Por lo anterior se concluye que al emplear la técnica sin laboreo, se logra un mejor uso del recurso maquinaria, reduciendo el número de unidades de maquinaria por unidad de área. Además, se incrementa la vida útil de esa maquinaria, implementos y repuestos, lo cual favorecerá la balanza de pagos.

E. Combustibles.

El desarrollo agrosocioeconómico de los países denominados como "países en vía de desarrollo", entre los que se encuentra Guatemala, los ha hecho dependientes de la energía

proveniente del petróleo, y el problema se agudizará en el decenio 1980 a 1990.

El Banco Mundial (4), en un trabajo editado denominado "La energía en los países en desarrollo", publicado en 1980, dice: "El brusco aumento del costo de la energía en años recientes, ha intensificado la urgente necesidad de aumentar la producción interna de energía en los países en desarrollo, que dependen de las importaciones. En 1980, estos países gastarán casi US\$50,000,000 en importaciones de petróleo. Si su consumo interno continuara aumentando al mismo ritmo que en los últimos años, (aproximadamente 7% anual), el costo total de sus importaciones de petróleo (en dólares constantes de 1980), se elevaría en 1990 a US\$100,000,000, nivel que aumentaría considerablemente las dificultades de financiar un déficit externo ya cuantioso."

El documento se refiere también a que se puede ahorrar energía sin afectar el desarrollo económico de estos países.

Las medidas esbozadas en dicho documento, indican que es posible ahorrar alrededor del 15% de la energía que se necesitará en 1990, sin tener que reducir el crecimiento económico global. Sugiere también un aprovechamiento de recursos internos de energía, con el fin de disminuir las importaciones.

IX. IMPORTANCIA PARA EL AGRICULTOR

El agricultor, al aplicar el método sin laboreo, tendría las siguientes ventajas:

- A. Conserva mejor el suelo y mejora sus propiedades, porque:
 - 1. Reduce casi totalmente la erosión,
 - 2. Incrementa el contenido de materia orgánica,
 - 3. Mejora sus condiciones físicas,
 - 4. Previene o controla la salinidad.

- B. La empresa agrícola sería más rentable:
 - 1. Al reducir los costos del cultivo e inversiones de maquinaria,
 - 2. Al sembrar cultivos de segunda,
 - 3. Al sembrar tierras marginales,
 - 4. Cuando el manejo de suelos y rastrojos controlan las plagas,
 - 5. Al aumentar la productividad.

- C. También conseguiría ventajas agronómicas como:
 - 1. Mayor disponibilidad de agua para el cultivo,
 - 2. Mayor disponibilidad de nutrientes,
 - 3. Mejorar la eficiencia de riego,
 - 4. Mejor oportunidad en las decisiones de cuánto y cuándo sembrar,
 - 5. Menor daño al cultivo durante periodos de sequía,

6. Se puede sembrar terrenos muy pendientes, con piedras, raíces y troncos en la superficie.

X. CONCLUSIONES

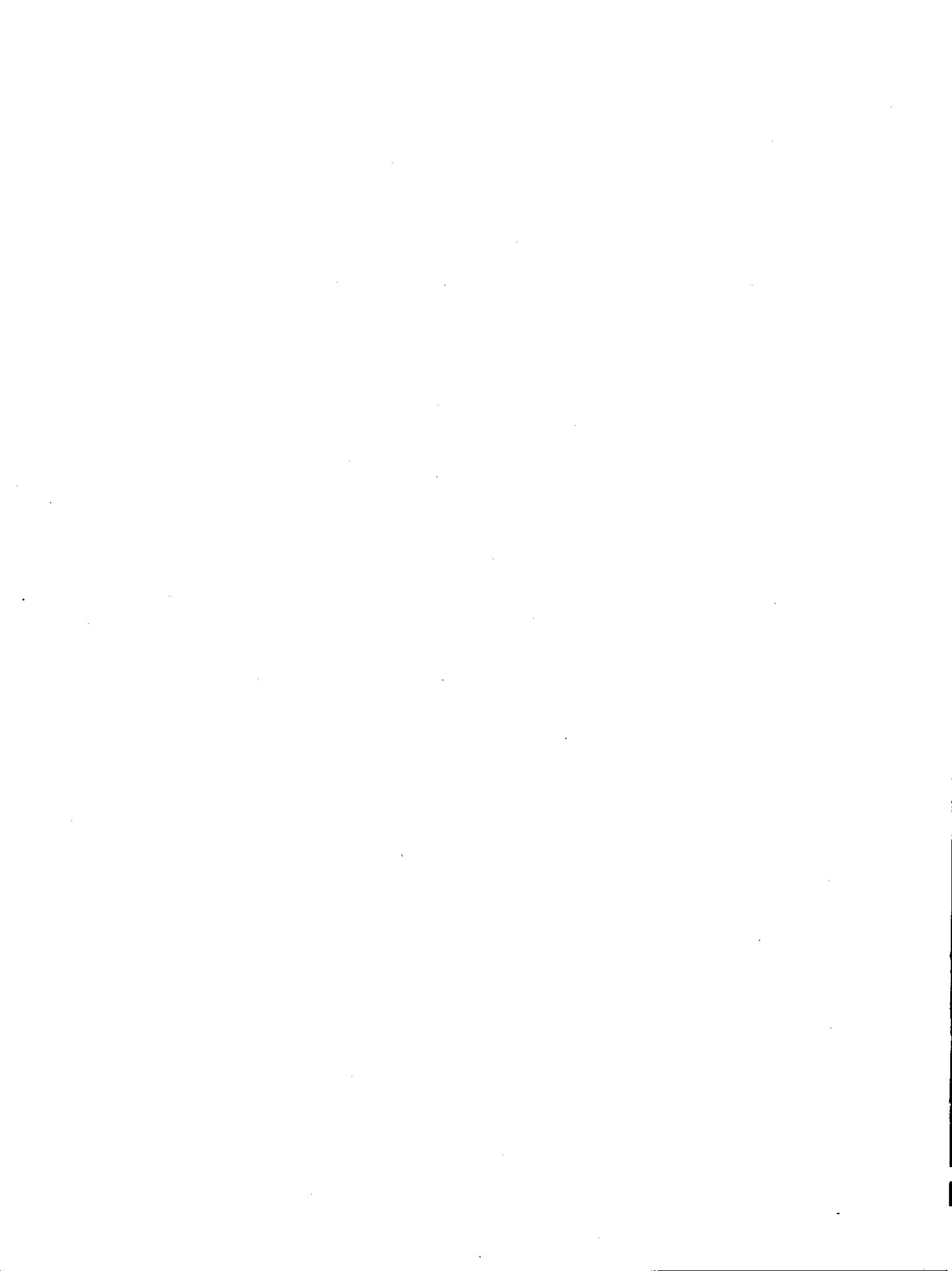
La técnica de agricultura sin laboreo, tiene una gran aplicabilidad en Guatemala, por las siguientes razones:

1. Reduce la erosión inducida del suelo a tal punto, que puede eliminarla, sin que esto conlleve ningún costo. Esto es muy importante, pues la erosión hídrica de los suelos es un problema muy grande en Guatemala, ya que el 65% de los terrenos están clasificados como de alta y muy alta susceptibilidad a la erosión (78). Las técnicas de conservación de suelos, desarrolladas para el sistema de laboreo convencional, en algunos casos requieren de gran inversión, dificultan el tráfico de maquinaria y son ineficientes en el control de la erosión.
2. La mayoría de los suelos en Guatemala, están clasificados con drenaje de moderado a rápido (78), y porque se conserva mejor la humedad en el suelo, es de esperarse que se mantenga o aumente la productividad con el método sin laboreo.
3. La incidencia de plagas y enfermedades, son generalmente iguales en ambos métodos de laboreo (salvo en ciertos casos particulares ya citados, en los que se encuentra un aumento o disminución) y se utilizan las mismas recomendaciones para su control.

4. Con la labranza cero se consigue un control más eficiente de las malezas.
5. Al aplicar el método sin laboreo, se mejoraría la fertilidad de los suelos al incrementar el contenido de la materia orgánica e incrementar la disponibilidad de nutrimentos. Así también se mejoran las condiciones físicas del mismo.
6. Por la mejor conservación de humedad en el suelo al aplicar esta técnica, se tiene mejor oportunidad para siembra de segunda y menor riesgo en periodos de sequía. Esto es importante en Guatemala, en que el caudal de precipitación pluvial es grande, pero mal distribuido.
7. Sería más rentable; pues se reducirían los costos de operación y las inversiones en maquinaria.
8. Con esta técnica labranza cero, se tiene mejor oportunidad de decidir cuánto y cuándo sembrar. Así también, se controla la salinidad de los suelos, y se logra mayor eficiencia en los riegos.
9. Se podrían sembrar terrenos que, por su pendiente, piedras raíces y troncos en la superficie, no se pueden mecanizar.
10. Solamente al aplicar este método sin laboreo, se tendría que tener cuidado al sembrar en suelos con textura arcillosa, pues si tienen raíces de poca capacidad de penetración, o necesitan expandirse bulbos

o tubérculos en el suelo, se limitaría su desarrollo. Además, en esta textura se pueden encontrar problemas de drenaje, y al aplicar este método se aumenta el problema de exceso de humedad, que disminuye la productividad del cultivo.

11. También hay que tomar en cuenta que al aplicar el método sin laboreo, se requiere mayor cantidad de semilla y, durante los primeros 2 a 4 ciclos, mayor cantidad de fertilizante nitrogenado.
12. Además, al aplicar la técnica labranza cero, al principio no se puede cosechar los residuos del cultivo anterior, pues de estos se forma el mulch. Este, si se encuentra seco, puede dar mayor riesgo de quema al cultivo.



XI. RECOMENDACIONES

1. Tratar de implementar o difundir el uso de la técnica sin laboreo lo antes posible, para conservar el recurso suelo, ya que en Guatemala son altamente susceptibles a la erosión.
2. Estudiar los diferentes pasos del método sin laboreo, para evaluar cuáles son las que se adaptan mejor a las condiciones ecológicas, económicas, sociales y culturales de Guatemala.
3. Investigar sobre la mayor factibilidad de uso de tracción animal en este método.
4. Aplicar labranza cero en cultivos de maíz y repollo, con los que se ha tenido experiencia con éxito en Guatemala. También evaluar el uso de la técnica sin laboreo con otros cultivos.
5. Hacer mayor investigación sobre el control de plagas y enfermedades con esta técnica.
6. Investigar sobre las ventajas de hacer rotación de cultivos, para el control de plagas y enfermedades al aplicar la labranza cero.
7. Investigar sobre la adaptabilidad de los diferentes cultivos a los diferentes tipos de suelo con este método.
8. Introducir los cultivos de: soya, sorgo, girasol, cowpea, yuca, y camote, ya que se siembran con éxito al aplicar

este método en otros países tropicales.

9. Hacer investigación sobre las nuevas técnicas y productos desarrollados para labranza cero, tales como plaguicidas, herbicidas y fertilizantes, y evaluarlos en nuestras condiciones.
10. Investigar sobre la posibilidad de sembrar sobre una pastura establecida, dándole un tratamiento para retrasar su desarrollo. Luego, sembrar un cultivo anual, y después reestablecer nuevamente la pastura. Se recomienda investigar con Pennisetum clandestinum. Esta sería una forma de tener una cosecha y, además, durante el verano.
11. Ensayar diferentes pastos con los cuales, al combatirlos, dejen sobre la superficie del suelo una cobertura que controle la emergencia de malezas durante el siguiente cultivo. Digitaria spp y Paspalum fasciculatum ya han sido estudiadas en Costa Rica (77).
12. Sembrar sin laboreo cultivos anuales en medio de surcos de cultivos perennes, como leucaena, palma africana, hule, cítricos, etc.
13. Experimentar la siembra de maíz, u otro forraje para corte, en el período anterior a la siembra del algodón, para obtener en el mismo año, una cosecha de forraje y una de algodón. Con esto se obtendría ventajas de la rotación de cultivo en el control de plagas y malezas.
14. Experimentar con diferentes distancias de siembra, para que el cultivo compita mejor contra las malezas.

GLOSARIO

Erosión Inducida: Erosión del suelo, causada por el uso agrícola.

Labranza convencional: Consiste en arar y uno, o más, pasos de rastras y cultivadoras. Luego se aplican, en operaciones separadas, aspersión de herbicidas, plaguicidas y fertilización.

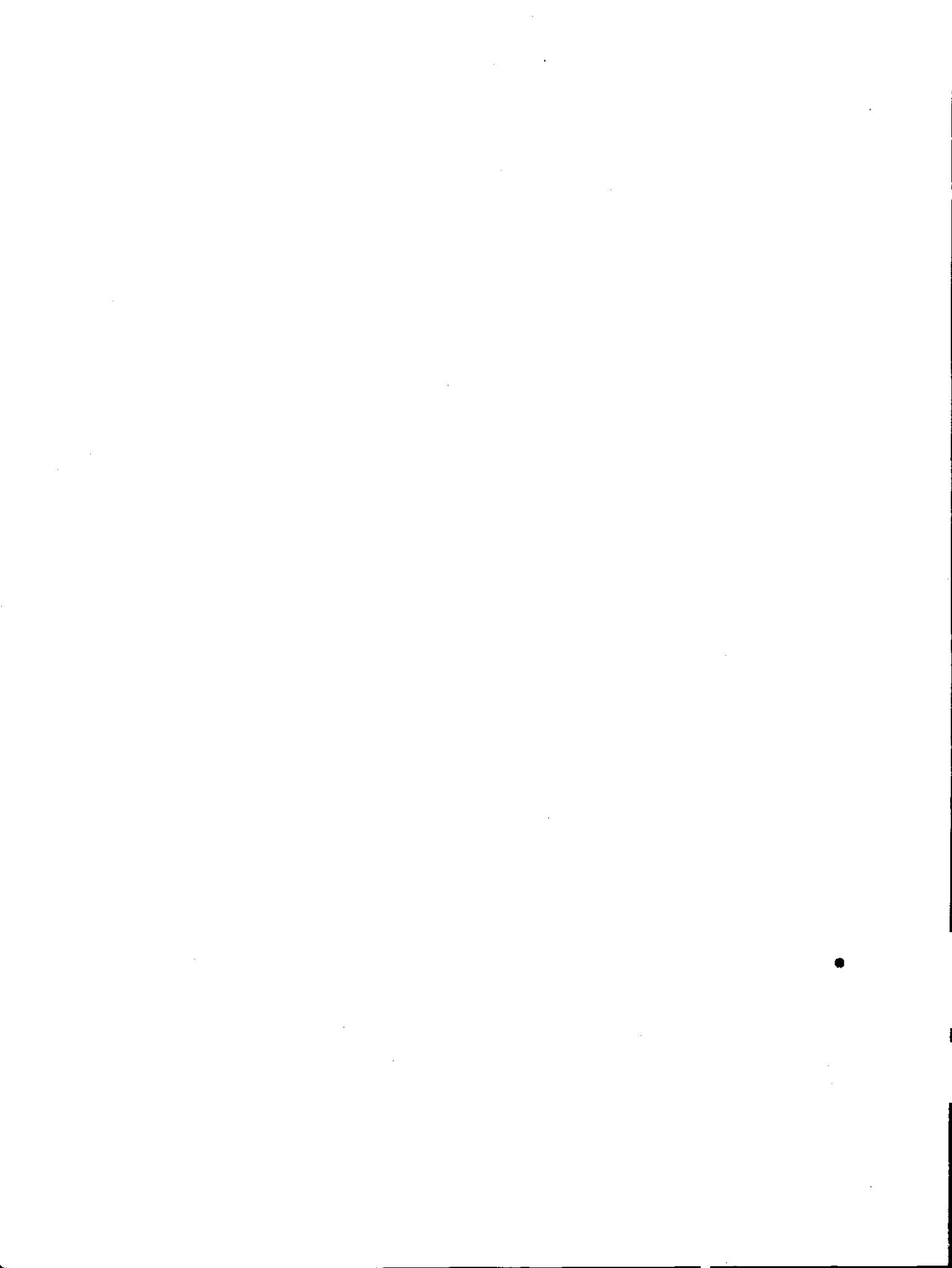
Labranza mínima: Esta técnica trata de reducir el uso de maquinaria, eliminando la aradura, y solamente usar rastras superficiales. Así también reduce el número de desplazamientos sobre el terreno, realizando varias operaciones en un desplazamiento. Como ejemplo: siembra, fertilización y aspersión de herbicidas.

Labranza cero (técnica sin laboreo o labranza química): con estos nombres se conoce la técnica que consiste en no remover el suelo, solamente roturarlo lo necesario para colocar la semilla y controlar el desarrollo de malezas.

Mulch: capa de residuos vegetales, proveniente de malezas muertas y residuos de cultivo anterior, que cubre la superficie del suelo.

Productividad: es una densidad de rendimiento, o sea producción o rendimiento en una unidad de área.

Rastrojos: residuos de cosecha del cultivo anterior.



XV. BIBLIOGRAFIA

1. ALL, J. N. 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, 1980.
2. ALTIERI, M.A. DOLL y A. VAN SHOONHAVEN. Interacciones entre insectos y malezas en mono y policultivos de maíz y frijol. Rivista Vomalfi (Colombia) 1977.
3. ARKIN, G.F. RITCHIE, J.T., y ADAMS, J.E. A method for measuring firststage soil water evaporation in the field. Soil Science Society of America. Proceedengs. 1974.
4. BANCO MUNDIAL. La energía en los países en desarrollo. Agosto 1980. Banco Mundial 1818 H. Street, N. W. Washington, D.C. 20433, E.U.A. 1980 p.105 pp.i
5. BLEVINS, R.L., et al Influence on no-tillage on soil moisture. 1971.
6. _____ B.W. THOMAS y R.L. CORNELIUS. Indluence of no tillage on no tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. 1977.
7. _____ W.W. FRY, and M.J. BITZER. 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. 1980.
8. BONE, W.S. Reduced tillage systems for soybean production. Soybean New. 1978

9. BURGOS, C y R. MENESES. 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. 1978.
10. BURITY, H.A. et al. Efecto de la preparación del suelo sobre los rendimientos de los sistemas yuca (Manihot esculente crantz) y yuca asociada con frijol (Phaseolus vulgaris L). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Cultivos anuales. Turrialba, Costa Rica. 1979 p.27
11. _____ 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 1979 p.141
12. CARBALLO VARGAS, M. Incidencia de plagas en maíz (Zea Mays L.) bajo diferentes sistemas de manejos de malezas. Tesis Ing. Agro. Cuápiles, Costa Rica, Universidad, Centro Universitario del Atlántico. 1979 p.89
13. _____ Manejo del suelo, rastreo y plagas-interacciones y efecto sobre el maíz (Zea Mays L.) Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 1982 p.94
14. CHAUNDLER, J.V. COSTAS, R.V. y BONETA, E.G. High crop yield produce with or without tillage on 3 typical soils Univ. Pto. Rico. 1966.
15. CRISSIEN, J. Efecto de fuentes y dosis de fósforo en la producción del sistema maíz frijol bajo dos métodos de labranza. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 1979 p.87
16. CROVETTO, C. Consideraciones sobre la cero labranza. Agricultura de las Americas. 1980.
17. CUMBERBATCH, E.R.S.T. Soil properties and the effect of organic mulches on reclamation of Scotland clays. Barbados. Trop. Agric. 1969 p.46

18. ECHEVERRIA, L.C. Ensayo de cero Laboreo. In Memoria XIV Reunión Anual de Programa cooperativo centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios. Volumen II. 1978.
19. EHLERS, W. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled soil. Soil Science 1975.
20. FASSBENDER, H.W. Química de suelos con énfasis en suelos de America Latina. IICA de la OEA. Turrialba, Costa Rica, 1975. p.397
21. FAUCK, R. Erosión and Mechanization. In Soil Conservation and Management Practices in the humid tropics. JOHN WILEY AND SCNS. Chchester. 1977.
22. FAULKNER, E.H. Plowman's folly. Univ. of Oklahoma Press U.S.A. Norman 1943.
23. GALLADER, R.N. Soil moisture conservation and yield of crops no till planted in reje. Soil Science ociety of American Journal 1977.
24. GREGORY, W.M. and H.G.RANEY. Pests and their control, insect management. Pages 55-68 In R.E.PHILLIPS, G.W, THOMAND and R.L.BLEVINS, eds. No tillage research; research reports and reviews University of Kentuky. Lexington 1981.
25. GRIFFITH, D.R.J.V. Manning, and W.C. Moldenhauer. Conservation tillage in the eastern Corn Belt. J. Soil and water Cons. 1977 p.32 pp20-28
26. GUATEMALA. Instituto Nacional de Electrificación INDE. Comité Coordinador de Hidrología metereologia. Año hidrológico 1975-1976. 1977 p.24
27. GUEVARA, C.J. 1964. Efecto de las prácticas de siembra y de cultivos sobre plagas de maíz y frijol. Fitotecnia Latinoamericana (Costa Rica). 1964
28. GUNDERSEN LOPEZ, W. Riego y manejo del agua. Guatemala 1979 p.358
29. HARDY, F. Edafología tropical. México D.F. Herrero 1970. Traducido del inglés por R. Bazán p.416

30. HARGROVE, W.L. Proceedings of the Minisymposium on Legume Cover Crops for Conservation Tillage Production Systems. The University of Georgia College of Agriculture Experiment Stations. 1981-1982
31. HAROLD, L.L. y EDWARDS, W.M. No tillage systems reduced erosion from continuous corn water sheds. Transactions of the ASAE. 1974
32. HEILMAN, M.D. WEIGARD, C.L. y GONZALEZ, C.L. Sand and cotton for mulches, Bermuda grass sod and bore soil effects on II. Sald leaching. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1968
33. HUERTAS GOMEZ, A.A. Efecto de la resistencia mecánica del suelo sobre la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) variedad 27-R. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 1975 p.19
34. IITA. Conservation Farming, techniques and tools for small farmers in the humid tropics. IITA Sri Lanka, Programs. Colombo, Sri Lanka. 1981 P.19
35. INSIVUMEH. Instituto Nacional de Sismología, vulcanología, Meteorología e Hidrología, Sección de Climatología. Registros climatológicos. Ministerio de Comunicaciones y obras públicas. Guatemala 1969 p.296
36. JIMENEZ, T. Desempeño de sistemas de cultivos con maíz, frijol común y frijol lima, en dos tipos de laboreo del suelo y dos niveles de fertilización de nitrógeno. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 1981 p.76
37. JOHNSONS, A. The effects of ley arable cropping systems on the amount of soil organic matter in the Tothamsted and Weber dry arable experiment. Harperden. Inglaterra Tothamsted Exp. Sta. Report 1972 V.2. 1973 p.131-159
38. KETCHESEN, J.W. Effect of tillage on fertilizer requirement for corn on a silt loam. 1980
39. KOON, J.L. HENDRICK, J.G. y HERMANSON, R.E. Some effects of surface cover geometry on infiltration rate. Water resources research. 1970.

40. LAL, R. Soil temperatura, soil moisture, and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. Plant and soil. 1974
41. _____ No-tillage effects on soil properties and maize (Zea Mays L.) production in Western Nigeria. Plant and Soil 1974.
42. _____ No tillage effects on soil conditions and crop response on an alfisol in Southern Nigeria. Am. Soc. Agron. Abstr. 1975 p.38
43. _____ Role of mulching techniques in tropical soil and water management. Ibadan, Nigeria, IITA. Technical Bulletin No. 1 1974 p.38
44. _____ No tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. J. Soil Science Soc. of America. 1976
45. _____ Influence of within-and between-row mulching on soil temperatura, soil moisture, root development and yield of maiza (Zea mays L.) in a tropical soil. Field Crop. Res. 1978
46. _____ No tillage farming in the tropics. Pages 10-151 In R.E. PHILLIPS, G.W. THOMAS, and R.L.BLE-VINS eds. No tillage research: Research reports and review. University of Kentucky, College of Agricultural Experiment Station. Lexington 1981
47. _____ P.MAURYA, and S. OBEI YELBOAH. Effects of no-tillage and ploughing on efficiency of water use in maize and cowpea. Expl. Agric. 1978
48. LEAL H.R. Evaluación de laboreo en distintos niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo del maíz. Tesis Ing. Agr. USAC/FAG Guatemala 1981
49. LESSITER, F. Nitrogen buildup takes time. In no-tillage farmer. 1981
50. MCCALLA, y ARMY, T.J. Stubble mulch farming. Advances in Agronomy 1961

51. MALDONADO, V. Evaluación agro-económica y energética de la capacidad de sustitución de diferentes métodos de laboreo a distintos niveles de fertilización nitrogenada en sistemas de maíz y frijol. Tesis, Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica UCR/CATIR. 1980
52. _____ D.C. MARTENS and G.M. SHEAR. Residual fertilizer in soil continuously field cropped to corn by conventional tillage and no tillage methods. 1975
53. _____ Ventajas y desventajas del laboreo mínimo en relación al laboreo tradicional del suelo en algunos cultivos de Guatemala. s.f. p.3
54. _____ Respuesta de la papa a diferentes métodos de laboreo y niveles de fertilización nitrogenada en el valle de Quezaltenango, Guatemala. 1983 p.5
55. MOSCHLER, W.W., G.M. SHEAR and D.C. MARTENS. Comparative yield and fertilization efficiency of no-tillage and conventionally tilled corn. 1972
56. MUSICK, K.J. Insect problems associated with no-tillage corn production. Proc. N.W. No-tillage Conference. 1970
57. PANIAGUA, O. 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 p.73
58. PARKER, D.T. Decomposition in the field of buried and surface applied cornstalk residues. Soil Science Society of America. Proceedings 1962
59. PHILLIPS, S.H. and H.M. YOUNG, Jr. No-tillage farming. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin 1973 p.224
60. PHILLIPS, R.E. et al No tillage agriculture. Science 208. 1980
61. _____ et al. No tillage Agriculture. Science. Vol. 208. 1980

62. PHILLIPS, R.E. KIRHAM, D. Mechanical impedance and corn seedling root growth. Soil Science Society of America. Proceedings. 1962
63. _____ THOMAS, B.W. y BLEVINS. No-Tillage Research. Research Reports and Reviews. University of Kentucky, College of Agriculture and Agricultural Experiment Station, Lexington, Sf p.150
64. PLANTIO DIRECTO. Informativo Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias. No. 30 1978 p.3
65. REICOSKY, D.C., et al. Conservation tillage in the South east. J. SOIL and WATER CONS. 1977
66. 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, Colombia 1973
57. ROCKWOOD, W.G. y LAL, R. Mulch tillage: a technique for soil and water conservation in the tropics. 1974
68. RODAS DE LEON, J.O. Evaluación agro-económica de la respuesta del repollo (Brassica oleracea Var. Capitata) a la mínima labranza de acuerdo a la fertilización nitrogenada en el Valle de Quezaltenango. Tesis. Guatemala. USAC/FAG. 1983 p. 33
69. SAUNDERS, J.L., SHENK, M. Relación entre el tipo de labranza y la incidencia de plagas en los sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores. CATIE. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Documento presentado en el Curso sobre Control Integrado de plagas en Sistemas de producción para pequeños agricultores. Turrialba, agosto 27, septiembre 20, 1979. Turrialba Costa Rica. 1979 p.7
70. SHENK, M. Reporte anual 1979. Proyecto combate de malezas. Oregon State University/CATIE/USAID. Experimento 70-3. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1979.

71. _____ Reporta anual 1980. Proyecto Combate de Malezas Oregon State University/ CATIE/USAID. Turrialba Costa Rica. CATIE. 1980 P.20
72. _____ Reporte anual para 1981. Proyecto IPPC/CATIE/ USAID. Combate de Malezas. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1981 p.7
73. _____ , E. LOCATELLI. Reporte anual Proyecto Combate de Malezas. Oregon State University/CATIE/ USAID. Turrialba, Costa Rica. CATIE 1978
74. _____ et al. Respuesta de frijol (*phaseolus vulgaris*) a diferentes manejos de la vegetación. In reunión Anual de Programa Cooperativo Centro americano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. 25a., Tegucigalpa, Honduras. Me moria. Honduras. Secretaría de Recursos Natu rales Renovables. Vol. III 1973
75. _____ M. CARBALLO y J. SAUNDERS. Interacciones entre sistemas de manipulación de malezas y comba te de plagas en maíz. In Reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 26a., Guatemala, Resúmenes, Guatemala, ICTA.1980
76. _____ y J. SAUNDERS. Interacciones entre dos sistemas de labranzas, combate de insectos y cuatro niveles de fertilidad en un sistema de pro ducción de maíz en la zona atlántica de Cos ta Rica. Presentado en la XXVIII Reunión A nual del Programa Cooperativo Centroamerica no para el Mejoramiento de Cultivos Alimenti cios. San José, Costa Rica. 1982 p.8
77. _____ MYRON D. Labranza mínima y no labranza en sistemas de producción de maíz (*Zea Mays*) pa ra áreas tropicales húmedas de Costa Rica / et al. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronó mico Tropical de Investigación y Enseñanza, Departamento de Producción Vegetal, 1983. p.45; 28.c: (Serie Técnica. Boletín Técnico/ 8). 1983
78. SIMMONS, C., TARANO, J.M. Y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la Repú blica de Guatemala. Guatemala, José de Pine da Ibarra. 1959 p.1000

79. TIRADO, H. ENRIQUEZ, G. Análisis económico preliminar dos sistemas de producción cultivados bajo dos métodos de labranza y dos niveles de tecnología. In Reunión anual de PCCMCA, 24a. San Salvador, El Salvador, del 10-14 julio de 1978. Memoria. San Salvador, CENTA. 1978. Vol. 1, 1978.
80. _____ Evaluación agroeconómica de dos sistemas de cultivos establecidos con cero labranza en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica UCR/CATIE, 1979 p. 156.
81. TRIPLET, G.B. 1976. Management of Weeds in reduced tillage systems. Bull. Entomol. Soc. Am. 1976
82. UNIVERSIDAD DE PANAMA. Cero labranza en el cultivo de maíz en Panamá. In XXVI Reunión anual del PCCMCA. Guatemala, 1980. pp 40
83. VAN DOREN, D.M. Jr. and R.R. ALLMARAS. Effects of residue management practices on the soil physical environment, microclimate, and plant growth. Pages 49-83 In et al eds. Crops residue Management Systems. Am. Soc. of Agro., Crop Sc. Soc. Am. and Soil Sc. Soc. Am. Madison, Wisconsin. 1978 p 248.
84. VILLENA W., SOSA R. Avances de la cero labranza en el cultivo de maíz en Centroamerica y el Caribe. In XXVI Reunión anual del PCCMCA' Guatemala, 1980 pp36
85. YOUNG, H.M., No Tillage Farming. No till-farmer, Ins. Brookfield, Wisconsin. 1982 p 202
86. ZAFFARONI, E. et al. Análisis económico de sistemas de producción agrícola con énfasis en alternativas de laboreo y no laboreo. CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Cultivos Anuales. Turrialba, Costa Rica, 1979 p 15.
87. _____ et al. 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 1979 p. 48

88. _____ Analisis agronómico y energético de diferentes manejos de la vegetación previa a la siembra en sistemas de producción agrícola. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica. UCR/CATIE. 1979 p 152.