

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**“IMPLEMENTACIÓN DE LABRANZA MÍNIMA PARA LA RENOVACIÓN DE LA
PLANTACIÓN, EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA
COSTA SUR DE GUATEMALA”**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JUAN JOSÉ VENTURA HERNÁNDEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MOTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO: Dr. ARIEL ABDERRAMAN ORTIZ LÓPEZ
VOCAL PRIMERO: Ing. Agr. ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL SEGUNDO: Ing. Agr. MANUEL DE JESÚS MARTÍNEZ OVALLE
VOCAL TERCERO: Ing. Agr. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO: Prof. JUVENCIO CHOM CANIL
VOCAL QUINTO: Prof. BAYRON GEOVANY GONZALES CHAVAJAY
SECRETARIO: Ing. Agr. PEDRO PELAEZ REYES

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO

DECANO: Dr. ARIEL ABDERRAMAN ORTIZ LOPEZ
EXAMINADOR: Ing. Agr. MANUEL DE JESUS MARTÍNEZ OVALLE
EXAMINADOR: Ing. Agr. JUAN ALBERTO HERRERA ARDON
EXAMINADOR: Ing. Agr. DARVIN ROBERTO GONZALEZ CASTAÑON
SECRETARIO: Ing. Agr. PEDRO PELAEZ REYES

Guatemala, Octubre de 2004.

Guatemala, Octubre de 2004.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el documento de tesis titulado:

“IMPLEMENTACIÓN DE LABRANZA MÍNIMA PARA LA RENOVACIÓN DE LA PLANTACIÓN, EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA”

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

JUAN JOSE VENTURA HERNANDEZ

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Padre Todo Poderoso, por su inmenso amor, bendiciones continuas y por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta.

MIS PADRES: Juan José Ventura Aquino,
Matilde de Ventura
Con amor, gracias por su apoyo moral y como muestra de mi agradecimiento por sus sabios consejos. Que Dios los bendiga.

MI ESPOSA: Ana Maria
Por su constancia, respaldo, apoyo, amor y por compartir su vida junto a mi.

MIS HIJAS: Maria José,
Ana María
Como un ejemplo de que todas nuestras metas se pueden alcanzar.

MIS HERMANOS: Como Una muestra de amor y respeto, en especialmente a Roberto por su gran ayuda e incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi Hermano Roberto Ventura por ser además de un buen hermano, un gran amigo, que siempre me ha respaldado en todas las actividades y proyectos que he realizado.

Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala, Gracias por formarme Profesionalmente.

Mis Asesores: Ing Agr. Msc Manuel de Jesús Martínez Ovalle e Ing Agr. Juan Alberto Herrera Ardón, por el apoyo y asesoría en la presente investigación.

Guatemala, Octubre de 2004

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
Decano Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
Presente.

Señor Decano:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a la designación de ese Decanato, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado del estudiante JUAN JOSE VENTURA HERNANDEZ, carné No. 22918, titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE LABRANZA MÍNIMA PARA LA RENOVACIÓN DE LA PLANTACIÓN, EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA”**

Considero que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. M. Sc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Colegiado No. 324

Guatemala, Octubre de 2004

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
Decano Facultad de Agronomía,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
Presente.

Apreciable Dr. Ortiz:

Por medio de la presente, le informo que en base a la designación de dicho Decanato, he asesorado y revisado el documento de tesis del estudiante universitario JUAN JOSE VENTURA HERNANDEZ, carné No. 22918, titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE LABRANZA MÍNIMA PARA LA RENOVACIÓN DE LA PLANTACIÓN, EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA”**

Basado en las normas establecidas, considero que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala; por lo cual me permito aprobarlo para que se cumplan los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo,

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón
Colegiado No. 2469

INDICE GENERAL

<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
Índice General	i
Índice de Cuadros	iii
Índice de Figuras	iv
Resumen	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
3. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1 Agricultura cambiante.....	3
3.2 Objetivo de la Labranza.....	3
3.3 Efectos de la labranza convencional.....	5
3.4 Conservación de la materia orgánica.....	5
3.5 Aportación de nutrientes	6
3.6 Contaminación del suelo.....	7
3.7 Ajuste de la acidez del suelo.....	7
3.8 Control mecánico de la erosión.....	7
3.9 Clases de suelo.....	9
3.10 Agua del suelo.....	9
3.11 Labranza convencional.....	13
3.12 Secuencia de labores.....	14
3.12.1 Limpieza.....	14
3.12.2 Levantamiento topográfico.....	14
3.12.3 Diseño de campo.....	14
3.12.4 Nivelación.....	14
3.12.5 Subsolación.....	15
3.12.6 Rastro – arada.....	15
3.12.7 Cincelada.....	16
3.12.8 Rastrillada.....	16
3.12.9 Surcada.....	17
3.13 Costo de la labranza convencional.....	17
3.14 Labranza mínima.....	18
3.14. 1 Historia en Guatemala de la labranza mínima.....	20
3.14.2 Metodología de la labranza mínima.....	21
3.14.3 Algunas razones de implementar el sistema de Labranza Mínima con Glifosato.....	21
3.14.4 la siembra y la cosecha, sus requerimientos en el sistema de siembra directa permanente.....	22
3.14.4.1 Fertilización.....	23
3.14.4.1.1 Factores que favorecen la pérdida de nitrógeno una vez aplicado al suelo, entre los factores tenemos.....	23
3.14.4.1.2 Recomendaciones para la fertilización.....	23
3.14.5 Transición de un sistema a otro.....	24
3.14.6 Biología del suelo.....	25
3.14.7 Control de erosión.....	26
3.14.8 Es un sistema económico para la renovación de plantaciones de caña de azúcar comprende.....	27

3.14. 9	Ventaja de labranza mínima.....	27
3.14.10	Desventajas de labranza mínima.....	27
3.15	La siembra convencional no es sustentable en el tiempo.....	28
3.16	Costo de labranza mínima.....	28
3.17	Medición de la erosión.....	29
4.	OBJETIVOS.....	30
4.1	Objetivo general.....	30
4.2	Objetivos específicos.....	30
5.	METODOLOGÍA.....	31
5.1	Conducción de la investigación.....	31
5.2	Revisión de literatura	31
5.3	Interpretación de la información.....	31
5.4	Elaboración del informe final.....	31
6.	RESULTADOS.....	32
6.1	Comparación de costos de agricultura tradicional versus Labranza Mínima.....	32
6.2	Descripción de el efecto de labranza mínima a la conservación de los suelos.....	33
6.3.	Aspectos técnicos a considerar para la aplicación de productos químicos para la renovación de cañales.....	35
6.4	Dinámica poblacional de plagas de suelo utilizando Labranza mínima.....	36
6.4.1	Labranza Tradicional.....	37
6.4.2	Labranza Tradicional con labores espaciadas por 24 días para permitir la exposición de los huevecillos del insecto.....	37
6.4.3	Labranza mínima sin realización de cultivo en la soca.....	37
6.4.4	Labranza mínima con realización de cultivo en la soca.....	38
7.	CONCLUSIONES.....	39
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	41

INDICE DE CUADROS

<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
Cuadro 1 Comparativo de labores en la adecuación y preparación de tierras.....	18
Cuadro 2 Costos de renovación de plantaciones por el método tradicional.....	18
Cuadro 3 Costos de renovación de plantaciones mediante mínima labranza.....	29
Cuadro 4 Comparación de costos de renovación de cañales utilizando labranza mínima y tradicional. Costos por hectárea.....	32
Cuadro 5 Comparación de costos de renovación de cañales utilizando labranza mínima combinada y sistema tradicional de renovación de cañales. Costos por hectárea.....	33
Cuadro 6 Cantidad de suelo erosionado.....	33

INDICE DE FIGURAS

<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
Figura 1 Comparación del desarrollo del sistema radicular en la siembra convencional y siembra directa en el cultivo de maíz.....	28
Figura 2 Efecto del Glifosato en siembra directa de Caña de azúcar.....	36
Figura 3 Tratamiento de Mínima Labranza en el sistema de siembra directa.....	38

**IMPLEMENTACIÓN DE LABRANZA MÍNIMA PARA LA RENOVACIÓN DE LA PLANTACIÓN,
EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA COSTA SUR
DE GUATEMALA**

**MINIMUM TILLAGE IMPLEMENTATION FOR THE PLANTATION RENOVATION, IN THE
SUGAR CANE CROP (*Saccharum officinarum* L.), AT THE COAST SOUTH OF
GUATEMALA**

RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) representa para Guatemala alrededor del 23.5 % de las exportaciones agrícolas, generando 60,000 empleos directos y divisas en el orden de los 316.4 millones de dólares de los Estados Unidos(1). Actualmente afronta los retos y efectos de la globalización y los bajos precios del producto en el mercado internacional, lo que ha impuesto nuevas metas hacia la búsqueda de la eficiencia, tanto técnica como económica. Por su parte los beneficios del cultivo no son únicamente los enunciados en la parte inicial, sino también, por las características naturales del cultivo se permite una reducción drástica de la erosión, al permanecer el suelo con cobertura vegetal la mayor parte del tiempo, no obstante, esta reducción podría ser mayor. La implementación de prácticas de labranza mínima mediante la técnica de siembra directa, en la renovación de plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), reduce al mínimo el deterioro de los suelos, que son unos de los más fértiles y productivos con que cuenta el país, además de disminuir los costos de producción.

El presente trabajo se da a conocer los efectos de Labranza mínima en la conservación del suelo y en la reducción de costos en el sistema productivo, siendo uno de los objetivos

describir y resaltar la importancia de la labranza mínima en la siembra directa de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.),

Se concluye después del análisis de los resultados que la aplicación de labranza mínima mediante la siembra directa en las renovaciones en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), logra una disminución de costos comparada con la siembra convencional en el orden del 45.77%.

Aunque no se han realizado estudios concluyentes en la evaluación del efecto de la mínima labranza mediante siembra directa en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), se puede inferir de acuerdo al trabajo realizado por Cifuentes (2), una reducción de 36.72 toneladas / hectárea / año a 1.33 toneladas / hectárea / año, al comparar parcelas sin cultivo y parcelas con maíz y frijol, no obstante en otros países de la región se han encontrado reducciones en la erosión utilizando mínima labranza mediante siembra directa hasta del 400 % comparado con la labranza convencional.

Por último dentro de los aspectos técnicos a considerar en la aplicación de productos químicos para la renovación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), sobresalen la variedad del cultivo, tamaño y edad de la soca al momento de la aplicación siendo la altura y edad óptima de 50 cm y 40 días después del corte respectivamente, con boquillas de abanico plano, TJ 800050, 8001, 8002, 8003 Y 8004.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala por pertenecer a los cultivos de cobertura permanente, permite una reducción drástica de la erosión, un mejoramiento paulatino de la estructura del suelo y una mayor disponibilidad de humedad, no obstante esto se podría aun mejorar, mediante la implementación de prácticas de labranza mínima, evitando que se sigan deteriorando los suelos más fértiles y productivos del país.

Aunado a lo anterior Guatemala esta en proceso de firma de tratados de libre comercio, lo cual se enmarca dentro del sistema de globalización, lo cual obliga los productores a ser eficientes en mayor grado y reducir costos al mínimo en la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Otro factor que ha obligado a buscar la ruta de reducción de costos es la crisis de precios del azúcar en el mercado mundial, política que busca una mayor producción a un menor costo.

El presente trabajo da a conocer los efectos positivos de Labranza mínima en la conservación del suelo y la reducción de costos que representa en el sistema productivo.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Ante los cambios comerciales que experimenta Guatemala se hace necesario ser competitivo dentro de un mundo globalizado, que exige dedicación y eficiencia por parte del sector productivo, sector dentro del cual destaca la agroindustria azucarera, que constituye una de las mayores generadoras de divisas para el país.

Los diversos factores de producción son importantes en el cultivo eficiente de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*). Uno de los factores que sobresale es lo referente a los costos por utilización de maquinaria, lo cual a llevado a experimentar en otros países como Colombia, alternativas que permitan reducir los costos por uso de maquinaria agrícola.

Surge la práctica de implementación de Labranza Mínima, enfocado hacia reducción de costos, pero ese es uno de los beneficios menores si se compara con el aporte que dicha práctica hace a la conservación de los suelos.

El presente trabajo persiguió resaltar los efectos de labranza mínima en la conservación del suelo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Agricultura cambiante

La agricultura es la actividad productiva por excelencia, en los países llamados tercermundistas, actividad que esta sujeta cambios constantes, que la revolucionan y le dan nuevas técnicas. Uno de los primeros cambio destacados en tiempos recientes fue la revolución industrial, que tuvo su efecto en la agricultura. Otro ejemplo lo constituye la "Revolución Verde", producto de la experimentación realizada en la segunda guerra mundial, que tuvo la habilidad de sintetizar las tecnologías que elevaron substancialmente la productividad (1, 3).

La revolución verde tiene un enfoque productivo y en la década de los noventas empezó a dejarse sentir la reacción mundial, preocupada por la preservación de los recursos naturales. El concepto de agricultura sostenible comenzó a conocerse en muchos países, como la solución conciliatoria y permanente entre la productividad y la conservación de los recursos particularmente suelo, agua y planta. El primer paso en el ámbito, fue practicar la llamada labranza de conservación, la cual tiene varias modalidades en su aplicación, desde labranza mínima hasta la ausencia total de labranza o labranza cero. El lugar de origen y la mayor extensión mundial bajo labranza de conservación se encuentra en Estados Unidos, seguido por otros países del continente americano. En el continente Americano se encuentra el 96% de la superficie total del globo bajo labranza de conservación. El proceso de cambio de la agricultura convencional a labranza de conservación no es de ninguna manera sencillo (1, 3, 8).

3.2 Objetivo de la Labranza

El propósito de la labranza es preparar el suelo para el cultivo. Tradicionalmente esta preparación se realiza empleando un arado, que penetra en el suelo y voltea la tierra, arrancando o eliminando las malas hierbas que crecen en el terreno, removiendo y aflojando las

capas superficiales del suelo y dejando un lecho con la humedad suficiente para que germinen las semillas sembradas. La labranza tradicional puede perjudicar al suelo si se practica continuamente durante muchos años, sobre todo si la capa fértil de la superficie es delgada. En la labranza mínima la materia orgánica que queda en el suelo tras la cosecha, encima o bien bajo tierra a poca profundidad, en vez de ser introducida profundamente con el arado, como ocurre en la labranza tradicional; ello contribuye a mantener la humedad en el interior y a proteger el suelo de la erosión. El arado, principal herramienta mecánica empleada para la labranza en todo el mundo, puede estar diseñado para diversos fines, que van desde la simple excavación de un surco en el suelo a la inversión total, o volteo, del suelo, normalmente hasta una profundidad de 15 a 20 cm. En ciertos lugares y con determinados fines, el arado es sustituido como instrumento de labranza por varios tipos de escarificadores, herramientas que arañan o escarifican la superficie del suelo sin penetrar profundamente en él. Por lo general, esas herramientas se emplean sólo para romper y pulverizar el suelo después de la labranza. Los escarificadores y otras herramientas de ese tipo se usan para cultivar el suelo entre las hileras de cultivos en crecimiento de forma universal (1, 3, 8, 12).

La labranza en profundidad y la subsiguiente escarificación son necesarias en lugares en los que el suelo es compacto, impermeable al agua e impenetrable para las raíces de las plantas. Una labranza excesiva, no obstante, puede deteriorar la estructura del suelo, especialmente si se lleva a cabo cuando está húmedo. El problema resulta más grave en suelos de textura fina que en suelos de arena, puesto que normalmente requieren menos labranza. Por el contrario, en zonas áridas o subhúmedas, el suelo debe labrarse antes de los periodos lluviosos con el fin de que pueda absorber un máximo de agua.

Entre los beneficios secundarios, pero importantes, de la labranza, está la aireación o exposición al aire, debida a la pulverización del suelo. La labranza contribuye a la salud de las

plantas inhibiendo las enfermedades que las afectan y dificultando el desarrollo de diversos tipos de insectos que son dañinos para ellas (2, 3, 8).

3.3 Efectos de la labranza convencional

La labranza afecta a la pérdida de suelo debida a la erosión por el viento y el agua. Cuando los surcos se excavan siguiendo la pendiente, colina arriba y abajo, el agua tiende a fluir a lo largo de ellos, arrastrando pequeñas partículas de las capas superiores del suelo. El tipo y cantidad de cultivo entre las hileras de la cosecha viene determinado por el carácter del suelo. Los suelos pesados se benefician de la aireación que produce la labranza, mientras que los suelos duros y aterronados pueden requerir algún tipo de cultivo que les permita absorber la humedad que necesitan las cosechas (1, 2, 8,12).

3.4 Conservación de la materia orgánica

La materia orgánica es un elemento importante para mantener el suelo en buenas condiciones físicas; contiene la reserva íntegra de nitrógeno de éste, así como cantidades significativas de otros nutrientes, como fósforo y azufre. Así pues, la productividad del suelo se ve claramente afectada por el equilibrio de materia orgánica del suelo. Dado que la mayor parte de los vegetales cultivados se recogen en vez de dejar que se descompongan, la materia orgánica que normalmente revertiría al suelo tras la descomposición de las plantas se pierde. Dado que la labranza intensiva acelera la pérdida por oxidación de la materia orgánica, las rotaciones suelen incluir una o más cosechas de superficie (cultivos que crecen en la superficie del suelo) que requieren poca o ninguna labranza. El sistema de rotación emplea tipos especiales de cultivos, como cultivos de cobertura y cultivos de estiércol verde. Los cultivos de cobertura son los que se realizan para proteger el suelo durante el invierno y, si se utiliza una

leguminosa, para favorecer la fijación de nitrógeno. Los cultivos de estiércol verde se emplean solamente para enterrarlos con el arado y sirven para aumentar el contenido en materia orgánica del suelo. El método más antiguo para aumentar el contenido de materia orgánica del suelo es la aplicación de fertilizantes como el estiércol y el compost. El abonado del suelo con excrementos de animales se ha practicado durante miles de años y sirve para aportar diversos compuestos orgánicos complejos que son importantes para el crecimiento de las plantas (5, 6).

3.5 Aportación de nutrientes

Entre las deficiencias del suelo que afectan a la productividad, la falta de nutrientes es especialmente problemática. Los nutrientes más necesarios para un correcto crecimiento de las plantas son el nitrógeno, el potasio, el fósforo, el hierro, el calcio, el azufre y el magnesio, todos los cuales están presentes en la mayoría de los suelos en cantidades variables. Además, la mayor parte de las plantas requiere diminutas cantidades de sustancias llamadas elementos traza, presentes en el suelo en cantidades muy pequeñas, entre los que se encuentran el manganeso, el cinc, el cobre y el boro. A menudo, los nutrientes se encuentran en el suelo en forma de compuestos que las plantas no pueden utilizar fácilmente. Por ejemplo, el fósforo combinado con calcio o magnesio es utilizable por las plantas, pero combinado con hierro o aluminio, normalmente no. El enriquecimiento del suelo con fertilizantes artificiales y por medio de tratamientos que aceleran la descomposición de compuestos complejos incrementa la disponibilidad de minerales utilizables en el suelo. Añadir calcio a los suelos disminuye la acidez y aumenta la disponibilidad de fósforo para las plantas. En muchas ocasiones se añade cobre y azufre al suelo por medio de soluciones aplicadas en forma de aerosol (2, 5, 6).

3.6 Contaminación del suelo

La contaminación del suelo se define como la acumulación en éste de compuestos tóxicos persistentes, productos químicos, sales, materiales radiactivos o agentes patógenos, que tienen efectos adversos en el desarrollo de las plantas y la salud de los animales. La creciente cantidad de fertilizantes y otros productos químicos agrícolas en la costa sur de Guatemala, llevó a una progresiva preocupación por la contaminación de los suelos a mediados de la década de 1980 (2, 5, 6).

3.7 Ajuste de la acidez del suelo

El mantenimiento de una acidez específica es importante en el acondicionamiento del suelo con el fin de controlar la adaptación de los diversos cultivos y de la vegetación nativa a diferentes suelos. Por ejemplo, los arándanos sólo se pueden cultivar con éxito en suelos de acidez moderada a extrema, mientras que la alfalfa y otras leguminosas sólo se desarrollan bien en suelos levemente ácidos o ligeramente alcalinos. El procedimiento habitual para corregir el exceso de acidez de un suelo es la aplicación de cal en forma de caliza, caliza dolomítica, o cal muerta. Cuando se añade cal, el hidrógeno del complejo coloidal del suelo es sustituido por el calcio de la cal. Los suelos ácidos se encuentran fundamentalmente en regiones de pluviosidad elevada; en las regiones áridas, los suelos son normalmente alcalinos (2, 5, 12).

3.8 Control mecánico de la erosión

La pérdida mecánica de la capa fértil del suelo es uno de los problemas más graves de la agricultura. Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo, el cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y

de mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos. Los agricultores han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para reconstruir suelos que ya han sido alterados con graves daños.

La naturaleza física del suelo está determinada por la proporción de partículas de varios tamaños. Las grandes partículas del suelo, como la arena y la grava, son en su mayor parte químicamente inactivas; pero las pequeñas partículas inorgánicas, componentes principales de las arcillas finas, sirven también como depósitos de los que las raíces de las plantas extraen nutrientes. El tamaño y la naturaleza de estas partículas inorgánicas diminutas determinan en gran medida la capacidad de un suelo para almacenar agua, vital para todos los procesos de crecimiento de las plantas (2, 5, 12).

La parte orgánica del suelo está formada por restos vegetales y restos animales, junto a cantidades variables de materia orgánica amorfa llamada humus. La fracción orgánica representa entre el 2 y el 5% del suelo superficial en las regiones húmedas, pero puede ser menos del 0.5% en suelos áridos o más del 95% en suelos de turba.

El componente líquido de los suelos, denominado por los científicos solución del suelo, es sobre todo agua con varias sustancias minerales en disolución, cantidades grandes de oxígeno y dióxido de carbono disueltos. La solución del suelo es muy compleja y tiene importancia primordial al ser el medio por el que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas. Cuando la solución del suelo carece de los elementos requeridos para el crecimiento de las plantas, el suelo es estéril. Los principales gases contenidos en el suelo son el oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono (2, 4, 12).

3.9 Clases de suelo

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. La textura general de un suelo depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen. Las partículas del suelo se clasifican como arena, limo y arcilla. En general, las partículas de arena pueden verse con facilidad y son rugosas al tacto. Las partículas de arcilla son invisibles si no se utilizan instrumentos y forman una masa viscosa cuando se mojan.

Algunos son: la arcilla arenosa, la arcilla limosa, el limo arcilloso, el limo arcilloso arenoso, el fango arcilloso, el fango, el limo arenoso y la arena limosa. La textura de un suelo afecta en gran medida a su productividad. Los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. Los suelos que contienen una proporción mayor de partículas pequeñas, por ejemplo las arcillas y los limos, son depósitos excelentes de agua y encierran minerales que pueden ser utilizados con facilidad. Sin embargo, los suelos muy arcillosos tienden a contener un exceso de agua y tienen una textura viscosa que los hace resistentes al cultivo y que impide, con frecuencia, una aireación suficiente para el crecimiento normal de las plantas (11).

3.10 Agua del suelo

La cantidad de agua disponible en un suelo dado tiene un efecto importante en la productividad del terreno para su uso agrícola. Tanto en estado líquido como gaseoso, el agua

ocupa cerca de un cuarto del volumen del suelo productivo. En suelos gruesos y desagregados, el agua tiende a drenarse hacia abajo por la acción de la gravedad, dejando un pequeño remanente. Los suelos compuestos por partículas finas suelen tener una porosidad total superior, por lo tanto, retienen cantidades de agua mayores que los suelos de textura gruesa. El agua se mueve y queda retenida por un sistema de poros. Sólo están disponibles para las plantas dos tercios del agua almacenada después de que se haya drenado el exceso. La partículas del suelo absorben el agua restante con fuerza suficiente como para impedir su uso por las plantas. Casi todos los suelos encierran abundancia de azufre, calcio, hierro y otros nutrientes esenciales. El calcio suele añadirse al suelo, pero su función primordial es reducir la acidez, no actuar como fertilizante en sentido estricto. El nitrógeno se halla presente en la atmósfera en cantidades enormes, pero las plantas no pueden utilizarlo de esta forma; ciertas bacterias proporcionan a las plantas de la familia de las Leguminosas el nitrógeno necesario, que toman del aire y lo transforman mediante una serie de reacciones llamadas de fijación de nitrógeno. Los tres elementos que deben contener casi todos los fertilizantes son nitrógeno, fósforo y potasio. Desde la antigüedad se usan muchos fertilizantes que contienen uno o varios elementos valiosos para el suelo. Así, el estiércol y el guano contienen nitrógeno, los huesos contienen pequeñas cantidades de nitrógeno y son ricos en fósforo, las cenizas de madera encierran cantidades apreciables de potasio (la proporción depende del tipo de madera). El trébol, la alfalfa y otras leguminosas se intercalan con otras especies en un régimen rotativo y luego se trabajan con el arado para enriquecer el suelo en nitrógeno.

Aunque esenciales para la agricultura moderna, el abuso de los fertilizantes puede ser nocivo para las plantas, los cultivos y el suelo. Las diferentes prácticas de labranza realizadas durante el período de preparación del suelo están dirigidas hacia la conformación de un ambiente adecuado para la germinación de las yemas y posterior establecimiento de un sistema

radical vigoroso que permita un buen anclaje de la planta y a su vez obtener suficientes nutrientes nutrimentos y agua para el desarrollo del nuevo cultivo. Durante el proceso de labranza existe la tendencia hacia la preparación profunda del suelo con la idea de obtener las mejores producciones. Sin embargo, existen condiciones de clima, suelo o de aplicación de enmiendas en donde se requiere del laboreo profundo.

Variedades de caña con sistemas de raíces superficiales se ven afectadas seriamente por la presencia de capas endurecidas. Los suelos arenosos con bajos contenidos de materia orgánica se compactan fácilmente formando capas endurecidas. Los suelos arenosos con bajos contenidos de materia orgánica se compactan fácilmente formando capas endurecidas en el subsuelo que son el resultado del tráfico intensivo de la maquinaria agrícola durante los períodos húmedos. En suelos compactos se requiere de la aplicación frecuente de los riegos, para evitar el marchitamiento de las plantas. La interacción entre el riego y la subsolación encontrando que las plantas sembradas en suelos subsolados y regados mostraron menos síntomas de estrés de agua al presentado por aquellas plantas sembradas en suelos regados y no subsolados. Por lo que se puede decir que la práctica de la subsolación no se requiere en suelos arenosos con suministro adecuado de agua y es por esto que en años húmedos no se observan diferencias entre campos con y sin subsolación.

La caña de azúcar es un cultivo de alta producción que requiere del uso intensivo de maquinaria durante la cosecha y bajo condiciones de suelo húmedo, se denota que los efectos de la compactación se limita a los primeros 30 – 35 cm del suelo superficial; profundidad hasta la cual pueden llegar fácilmente los equipos de labranza. La formación de capas endurecidas a profundidades mayores de los 40 cm se vuelven difíciles de alcanzar con los equipos de subsuelo curvo disponible; posiblemente se está superando la profundidad crítica de laboreo del suelo.

Durante la últimas décadas se ha generado a nivel mundial un movimiento conservacionista de los suelos, existiendo la tendencia hacia el sistema de cero labranza y labranza mínima. El sistema de labranza mínima en caña de azúcar involucra solamente la preparación del entresurco, dejando sobre la superficie del suelo todos o parte de los residuos del cultivo anterior formando una capa protectora contra la erosión hídrica o eólica. Es por esto que la labranza mínima ha sido estudiada y adoptada principalmente en aquellos países en donde predominan los suelos de baja capacidad de retención de humedad. Últimamente, ante los costos crecientes labores de preparación y levantamiento de socas, en cuanto a costos y uso eficiente de los equipos. La necesidades de reducir los costos de producción, ha motivado a los agricultores hacia la adopción de las prácticas de labranza mínima aún en suelos que no representan riesgos de erosión (2, 5, 12).

La labranza convencional para la renovación de plantaciones de caña de azúcar incluye la erradicación del cultivo por medio de varios pases de rastras pesadas, arados de discos y de vertedera, operados a profundidades de 20 a 25 cm y en la mayoría de los casos son ineficientes porque la cepa completa o parte de ella es enterrada o trasplantada, requiriéndose incrementar el número de pases con lo cual se aumentan los costos de la preparación. La erradicación mecánica del cultivo anterior puede llegar a representar hasta el 40% de los costos de renovación; en el caso de una erradicación química de las socas de la caña es una práctica normal en muchos países en donde la precipitación es escasa o existen riesgos de erosión y se volvió popular con la aparición del glifosato como un herbicida efectivo para matar la caña de azúcar. La labranza mínima en suelos arcillosos requieren de un laboreo intensivo para garantizar una buena producción (1, 2, 4, 9,10).

La erradicación química de las socas normalmente se realiza aplicando glifosato (8 – 12 L / ha) cuando el cultivo por erradicar tiene entre 20 y 25 cm de altura y que en el momento de

la aplicación debe estar entre 100 y 200 L / ha; garantizándose siempre una buena cobertura de la aplicación si se desea reducir el volumen. La siembra de la caña se puede realizar al día siguiente a la aplicación del glifosato; sin embargo, los cultivadores prefieren esperar al menos 8 días hasta cuando aparezcan síntomas de amarillamiento de las hojas. Existe la posibilidad de realizar la siembra del nuevo cultivo antes de la aplicación de glifosato, pero este método involucra riesgos que pueden hacer ineficiente la aplicación (1, 2, 8).

3.11 Labranza convencional.

La preparación del suelo es quizá la labor más importante en el proceso de explotación agrícola, por dos razones principalmente, es la labor más costosa, más lenta y de mayor riesgo y; por su calidad depende efectivamente el rendimiento de la cosecha. Una preparación deficiente no puede enmendarse posteriormente con correctivos químicos ni con labores suplementarias.

En la mayoría de Ingenios se realizan diferentes prácticas para la preparación del suelo que comprenden: limpieza, levantamiento topográfico, diseño del campo, nivelación, subsolada, arado, rastrillada y surcada. El número de pases y tipo de implemento varia de acuerdo al criterio de las personas involucradas en la preparación. Dentro de todas las labores de preparación, la descepada mecánica involucra de 2 a 4 pases de rastra y puede llegar a representar hasta el 50% de los costos de la preparación. Una adecuada erradicación del cultivo anterior permite reducir el impacto de las plagas y enfermedades que pueden estar albergadas en las cepas vivas del cultivo anterior y normalmente existe la tendencia a incrementarse el número de pases para eliminar completamente las plantas voluntarias (1,8, 10).

3.12 Secuencia de labores

3.12.1 Limpieza

Generalmente se necesitan dos pasadas de rastra, el primero en dirección de siembra y el segundo perpendicular al primero. Usualmente se dejan transcurrir de 20 a 30 días y a continuación se da un pase de rastrillo con tractores enllantados. El objetivo de esta rastrilla es disminuir el tamaño de los terrones para poder lograr un mejor nivelación (2, 6, 7, 11).

3.12.2 Levantamiento topográfico

Tiene por objeto producir un mapa topográfico básico del área a sembrar. En nuestro medio los métodos más utilizados para hacer el levantamiento topográfico son el nivel se precisión y el GPS (2, 12).

3.12.3 Diseño de campo

El objetivo es determinar las condiciones para la nivelación, buscando obtener una mayor eficiencia en el riego, un drenaje interno y superficial adecuado y además facilitar la realización de las labores de cultivo y de cosecha. El diseño de campo debe tener en cuenta aspectos como: fuente de agua para riego, sistema de riego a utilizar, sistema de drenaje, longitud del surco, ancho de callejones, acequias de riego y recibidoras, y distancia de siembra (2,12).

3.12.4 Nivelación

Busca satisfacer los requisitos de pendiente necesarios produciendo el mínimo movimiento de tierra posible y de manera tal que los cortes satisfagan los rellenos necesarios Usualmente se hace con palas montadas en tractores de oruga de 135 HP (2,12).

3.12.5 Subsolación

Su objetivo es fragmentar las capas de tierra impermeables para mejorar el drenaje interno y la aireación del suelo. En el caso del cultivo de la caña de azúcar la formación de capas impermeables se puede dar con facilidad debido al tráfico de maquinaria pesada especialmente durante la cosecha si ella se realiza durante un período húmedo.

Los subsoladores pueden ser de brazos rectos, curvos o parabólicos, siendo estos últimos más eficientes que los de brazos curvos, y éstos a su vez más eficientes que los de brazos rectos. La distancia entre brazos varía de 70 a 80 cm entre centros, de acuerdo con el tipo de brazo utilizado; menor distancia con brazos rectos y mayor distancia con brazos parabólicos. La inclinación y la curvatura en los subsuelos afectan directamente la tracción, la profundidad de la labor y la fragmentación del suelo, y por consiguiente el rendimiento de potencia del tractor.

Los implementos utilizados en la labor del subsuelo varían dependiendo de la potencia del tractor, con tractores oruga entre 140 y 150 HP se usa un subsolador de dos brazos rectos ó curvos ó un subsolador con tres brazos parabólicos, con tractores enllantados de 225 HP se utiliza un subsolador de 5 a 7 brazos parabólicos. La distancia entre brazos es de 75 cm y la profundidad de la labor es de 70 cm (2,12).

3.12.6 Rastro – arada

En suelos pesados, después del subsuelo se utiliza la rastro – arada, cruzando el subsuelo, es decir a 90° con relación a la dirección del surco. Esta labor ayuda a romper los prismas de suelo que se forman durante la labor de subsuelo y de esta forma facilita y disminuye el número posterior de pases de rastrillo (2,12).

3.12.7 Cincelada

Se utiliza para cruzar el subsuelo, cuando no se utiliza la rastro – arada. Es una labor más rápida y se realiza con tractores enllantados de 130 a 140 HP, o con tractores de oruga de aplicación especial de 150HP.

Los cinceles son implementos en forma de V, en donde se colocan de 5 a 7 soportes para ensamblar igual número de brazos curvos. La distancia entre brazos es de 45 cm y la profundidad alcanzada durante la labor es de 45 cm aproximadamente.

El cincel puede usarse como un subsolador en suelos livianos (de textura franco arenosa) en los cuales la labor se subsolación profunda no cumple la función de rotulación y fragmentación del suelo (2,12).

3.12.8 Rastrillada

Se efectúa con el propósito de preparar una cama adecuada para la semilla, para lo cual se pule el suelo mediante la destrucción de los terrenos, permite también destruir e incorporar al suelo residuos que aún queden de la cosecha anterior. Las rastras más utilizadas son las de desviación y rastras tipo tándem. Pueden ser de alce hidráulico de tres puntos, de auto – transporte (con llantas), o simplemente de tiro. Las rastras de desviación tienen forma de V; el primer grupo de discos tiene concavidad hacia la derecha y el segundo hacia la izquierda. Debido a la acción de fuerza del suelo sobre los grupos de discos, la línea de tiro de una rastra de discos descentrados está desplazada hacia un lado del centro del tractor. Están diseñadas para operaciones desviadas hacia la derecha. Las más utilizadas en caña de azúcar son para tractores enllantados de 110 a 140 HP. También se utilizan rastras con tractores de oruga de 140 P aunque sin mucha eficiencia por la baja velocidad con que se ejecuta la labor.

Las rastras tándem son de cuatro cuerpos en forma de X. Son implementos diseñados para tractores de alta potencia debido a su mayor número de discos. Las más utilizadas son las rastras con tractores enllantados de 475 HP. Una buena labor de rastrillada debe alcanzar profundidades entre 20 y 25 cm. Usualmente se dan dos pases de rastras; el primero cruzado y el segundo en la dirección del surco (2,12).

3.12.9 Surcada

Los surcadores utilizados en caña de azúcar constan de 2 ó 3 cuerpos o zanjadores, dependiendo de la potencia del tractor con que se hace la labor. Los cuerpos están distanciados 1.5 ó 1.75m entre centros dependiendo de la distancia de siembra utilizada. Los zanjadores trabajan a una profundidad aproximadamente de 25 a 30 cm, y la tierra que desplazan hacia los lados forma un camellón que va entre los surcos. La profundidad del surco se controla con el sistema hidráulico de control de carga y de profundidad del tractor (2,12).

3.13 Costo de la labranza convencional

El sistema de labranza convencional comprende un conjunto de labores que demandan cantidades elevadas de tiempo y potencia de un gran número de implementos y maquinarias(Cuadro 1). Lo anterior se traduce en unos costos por adecuación y preparación de aproximadamente Q. 6160/ha (Cuadro 2)

Cuadro 1: Comparativo de labores en la adecuación y preparación de tierras.

LABOR	SISTEMA TRADICIONAL			SISTEMA TRACTORES ROME 475 - C		
	MAQUINA	IMPLEMENTO	HORAS/ha	MAQUINA	IMPLEMENTO	HORAS/ha
Limpieza o descepada	Oruga D-6-D ó D-6-C A. E.	10 x 36" 12 x 36"	3.0	Rome 475 C	20 x36"	1.0
Nivelación	Bulldozer D-5D-6B-D-6.C	Pala	18.0	Rome 475 C	Triallas de 18 y ³	4.5
Subsuelo	Oruga D.6.D D.6.C, A.E.	Subsolador 3 brazos	1.8	Rome 475 C	Subsolador de 7 brazos	0.6
Rastroarada o Cíncel	Oruga D.6.D D.6.C, A. E. Tractor 130 HP	10 x 36" 12 x 36" Cíncel de 5 brazos	1.8 1.7	Rome 475 C	20 x 36"	0.5
Rastrillada	Tractor 130 HP	24 x 34" 24 x 26" 28 x 24" 30 x 24"	4.0	Rome 475 C	80 x 26"	1.0
Surco	Tractor 130 HP	Surcador de 3 zanjadores	0.7	Tractor 130 H. P.	Surcador de 3 zanjadores	0.7
Total			29.3			8.3

Fuente: Villegas T, F; Torres A. (12).

Cuadro 2: Costos de renovación de plantaciones por el método tradicional

No.	LABOR	No. DE PASES	COSTO (US\$/ha)	Costo (Q. /ha)
1	Descepada	2	119	952
2	Rastrillada	2	66	528
3	Nivel (tierras en renovación)	-	169	1352
4	Subsolación	2	158	1264
5	Rastro - arada	1	46	368
6	Rastrillada	2	107	856
7	Construcción de recibidoras	-	20	160
8	Surcada	1	14	112
9	Distribución de la semilla	-	11	88
10	Tapada mecánica	1	5	40
11	Cultivo mecánico (escarificación)	1	17	136
12	Fertilización mecánica	1	14	112
13	Aporque	1	23	184
	Total		US\$ 769	6,160

Fuente: Villegas T, F; Torres A. (12).

3.14 Labranza mínima

Los sistemas de cultivo mínimo, labranza mínima o labranza conservacionista, no son más que formas a través de los cuales se reduce al máximo la preparación mecánica o manual de los suelos, eliminando el cultivo anterior (soca, pastos u otros cultivos), con el apoyo directo del control químico mediante el uso de glifosato (1,7,8,9).

La mínima labranza es la destrucción total y 100% efectiva de la soca y del cultivo antecedentes de la renovación o siembra de la caña de azúcar por medio de la aplicación de glifosato y al rebrote en desarrollo, reduciendo al máximo la utilización de maquinaria y equipo agrícola con la siguiente disminución de los costos de operación. Involucra solamente el surcado en el entresurco del cultivo anterior o en las áreas nuevas.

Bajo condiciones en la que los lotes mantendrá la misma conformación de distancia de siembra, el trazado de los surcos y las curvas de nivel para protección de los suelos o para facilitar las labores de riego y alza de la zafra, este sistema de siembra permite eliminar los costos relacionados al establecimiento de las infraestructuras.

Esta practica, especialmente diseñada para terrenos con fuertes pendientes, es por su versatilidad y bajos costos, fácilmente adaptable a cualquier condición topográfica y de suelo. Los rebrotes de caña voluntaria son inexistentes, logrando la mayor pureza de los lotes seleccionados como semilleros o en los comerciales.

La renovación de cañales en un sistema de labranza mínima es la eliminación de las cepas de caña de soca por medio químico y la siembra de una nueva variedad entre la hileras de la caña a eliminar, lo anterior se realiza con el mínimo uso de maquinaria agrícola.

La labranza reducida se considera como una alternativa económicamente rentable en la renovación de áreas comerciales al reducir las labores de preparación del terreno, disminuir la erosión eólica (preparación en seco), menor número de pases de maquinaria, lo cual reduce los riesgos de incrementar la compactación del suelo o a su defecto, cuando por falta de maquinaria o el periodo de lluvias se adelanta es necesario acelerar el programa de renovación de cañales (1,7,8,9).

En Costa Rica se reporta un estudio realizado en el Ingenio Taboga, donde evaluaron 5 l/Ha de Glifosatto y el cultivar NA-5642 como variedad a sembrar comparado con la preparación

convencional de la finca, no determinaron diferencias agroindustriales entre ambas practicas, pero si indican que hay una diferencias económica entre los costos de los dos sistemas.

3.14. 1 Historia en Guatemala de la labranza mínima:

Varias fincas particulares han adoptado de forma permanente el uso de la labranza mínima, en la renovación de los lotes de caña en terrenos con pendiente pronunciada. La finca Popoyán, en la Costa Sur del país es la pionera a nivel Centroamericano desde el año de 1984. En esta empresa se iniciaron las renovaciones y siembras de caña mediante la destrucción de la soca con el herbicida Glífosato y el uso de mano de obra para la preparación del surco. Se han realizado entre 40 y 50 hectáreas anuales, sumando aproximadamente 620 hectáreas en 13 años continuos.

En el Ingenio Concepción, Escuintla, se importo la experiencia de Sudáfrica en labranza Mínima enfocándose directamente a la solución de los serios problemas de erosión, en los terrenos cuando eran sembrados durante la época de lluvias. Desde 1991 hasta 1996 se han renovado más de 850 hectáreas llenando a cabalidad las expectativas de contrarrestar la erosión hídrica y reducción de costos. El desarrollo de la labranza mínima, en sus diferentes modalidades, para la siembra de lotes nuevos en potreros o renovación, han avanzado a grandes pasos desde los años de 1994 y 1995 en fincas de ingenios que han deseado probar las bondades del sistema en sus propios dominios, en un intento por buscar la adaptación a sus necesidades particulares, para el año 1996 se habían sembrado unas 5,749 hectáreas bajo el sistema de labranza mínima (1,7,8,9).

3.14.2 Metodología de la labranza mínima:

3.14.2.1 Luego de la cosecha de la caña de azúcar, los lotes destinados a renovarse por el método de labranza Mínima, se dejan rebrotar por espacio de 30 – 45 días, para que llegado dicho momento pueda realizarse la aplicación del herbicida.

3.14.2.2 Para ello es de vital importancia, calibrar bien los equipos disponibles, así como contar con boquillas en buen estado, para lograr éxito en las aplicaciones, no olvidando manejar adecuadamente el pH del agua.

3.14.2.3 De acuerdo a la disponibilidad de equipos con que se cuente y según el criterio técnico de cada empresa, las boquillas que pueden utilizarse son: TJ 800050, 8001, 8002, 8003 y 8004.

3.14.2.4 La secuencia de laboreo queda reducida pues se elimina una o dos pasadas de Rome plow, subsolado, una o dos pasadas de rastra pulidora, y solo se invierte en surqueo. Algunos terrenos exigen por lo menos que se pase el subsolador, coste que puede incluirse en tal actividad.

3.14.2.5 Los costos vienen a reducirse en un 40%-45% lo cual hace atractiva la practica, la que inicialmente estaba orientada en terrenos con cierta pendiente, pero actualmente algunas empresas ya la realizan en terrenos completamente planos (1,7,8,9).

3.14.3. Algunas razones de implementar el sistema de Labranza Mínima con Glifosato

- Suelos fácilmente erosionables
- Suelos con pendientes fuertes o pedregosas
- Suelos muy húmedos para sembrar mediante la labranza convencional
- Limitaciones de maquinaria
- Necesidad de sembrar rápido

- Mejor control de algunas malezas difíciles (Caminadora, Coyolillo)
- Reducción de costos (1,7,8,9).

3.14.4 la siembra y la cosecha, sus requerimientos en el sistema de siembra directa permanente

A principios del siglo se disponía de un suelo generoso, con alto porcentaje de materia orgánica y potencial de nutrientes mantenido por una vida propia muy activa. A menos de 100 años el es suelo pobre y en condiciones totalmente opuestas

Practicar la siembra directa demanda una gran predisposición y atención permanentes, dentro de nuestra propia explotación hay variaciones según las condiciones del suelo, entre otras cosas y sobre todo por la presencia del tipo y volumen del rastrojo.

Desde el comienzo y en todo momento ha sido evidente una mayor respuesta al sistema en lotes que disponen un nivel de materia orgánica superior al 2.5%.

La sembradora, es considerada la maquina clave y a la que más requerimientos se le exigen, y debe cumplir la compleja tarea de ubicar la semilla y el abono en su debido lugar accionando eficiente y confiablemente en terreno que no han recibido ninguna labor previa de preparación y además el equipo combinado que debe hacer en lo posible, siembra directa sin remoción del suelo ni disturbios de residuos, detalle que necesariamente ha de ser muy tenido en cuenta, de lo contrario ocurren perdidas de eficiencia por diversas causas.

Cuando se trata de cultivos en hileras y estos deben ser con un planteo uniforme como el maíz, girasol y también soja, es necesario recurrir a otro tipo de sembradoras o de diseño distinto a las de grano fino, estas son de reducido ancho de labor con poco rendimiento y la operación de distanciar los cuerpos de siembra y la fertilización es engorrosa.

La semilla, está debe quedar en perfecto contacto con el suelo, bien cubierta, sin la compañía de residuos, ni espacios de aire, a la profundidad uniforme requerida por cada tipo de

grano y en las condiciones necesarias para que la emergencia no sea alterada bajo ningún aspecto, logrando un nacimiento parejo con plantas fuertes y vigorosas apoyadas por las bondades del sistema.

Suelo con escasa humedad, no es sembrado, evitando así un nacimiento desuniforme. Se aconseja utilizar semilla no solo con buen poder germinativo sino también de muy buena energía y vigor, asegurándose que así sea analizando con germinadores su potencialidad.

El método generalmente esta acondicionado al uso de fertilizantes, dicho fertilizante se aplica en forma simultanea con la siembra, localizado en toda las líneas a unos 7 a 10 cms de la superficie, un poco abajo y al costado. Unos 3 a 4 cms de la semilla, quedando separado por la misma, profundo y bien atrapado por el suelo firme y húmedo, todo debido a delgado corte, neto y sin disturbio, que produce el sistema mecánico de cuchillas inclinadas que nos permite, además, y con la mira puesta al máximo rendimiento del cultivo, recurrir a dosis elevadas (1,7,8,9).

3.14.4.1 Fertilización

3.14.4.1.1 Factores que favorecen la pérdida de nitrógeno una vez aplicado al suelo, entre los factores tenemos:

- Falta de lluvia en los primeros días después de la aplicación.
- Bajo contenido de materia orgánica en el suelo.

Residuos vegetales sobre la superficie de la misma (1,7,8,9).

3.14.4.1.2 Recomendaciones para la fertilización

Incorporar urea dentro del suelo. Nunca colocar la urea en contacto con la semilla del cultivo. La urea se aplica en banda lateral, la distancia mínima entre el producto y la semilla debe ser de por lo menos 5 cms al lado y de 2 a 3 cms por debajo del nivel de la misma. En

caso de usar urea es esencial incorporarla al suelo de alguna forma y aunque esto incrementará el costo de aplicación, así se podrán evitar pérdidas de nitrógeno de hasta alrededor del 50%. Hay que poner esmero en la aplicación del abono, de no entenderlo así, puede implicar un desperdicio en esfuerzos laborales, económicos y de expectativas.

Antes de sembrar o sembrar fertilizando todos los lotes son tratados con herbicidas, operación que solicita cierta precisión tratando de no sobrepasar pulverizando, esto duplica la dosis y en el caso de algunos productos se dan resultados con consecuencias desagradables. En trigo, se han observado buenas respuestas al agregado de productos preemergentes selectivos. Para concretar una exitosa y completa tarea de implantación de cultivos, además de lo apuntado para la semilla y el fertilizante debemos acertar un buen tratamiento de pre-siembra utilizando probados herbicidas, eficientes y residuales (1,7,8,9).

3.14.5 Transición de un sistema a otro

A medida que se eleva la labranza se trabaja menos profundo, se acumula una capa más delgada. Si se tiene un suelo muy compactado con poca materia orgánica se tiene que ir a un periodo de transición. Lo mejor es hacer maíz sobre soja. También se puede realizar lo mismo agregando un cultivo de cobertura y haciendo que los cultivos vayan aflojando el suelo. Los tréboles, las legumbres, son buenos aflojadores del suelo, así como también la Vicia. La soja también es un buen mecanismo para aflojar el suelo, por lo tanto primero se afloja el suelo y luego se siembra maíz. Es difícil comenzar Labranza Cero con maíz primero: la soja es más fácil para comenzar Labranza Cero (1,7,8,9).

3.14.6 Biología del suelo

La biología del suelo cambiara drásticamente después de los primeros años. Las bacterias aeróbicas y los hongos son los más beneficiados cuando se hace siembra directa, porque se agrega aire al suelo, se mejora la agregación y la estructura del mismo. Se consigue un nuevo equilibrio. El suelo se mantiene frío y no hay tantas variaciones en la temperatura. Por lo tanto se obtiene un nuevo equilibrio después de 8 a 10 años .

Algunos suelos están desprovistos de lombrices, y en esos casos con 500 lombrices por hectárea se puede empezar. Empezaran a crecer y reproducirse muy bien en Siembra Directa porque ellas necesitan el residuo de la superficie. En 3 o 4 años crecerán mucho y su población aumentara y luego se nivelara en la medida que el aporte de los alimentos se estabilice en la superficie del suelo. El suelo más frío, sombreado, con alimentos , como era en su origen.

Por lo tanto es muy buen sistema con legumbres sembradas a corta distancia para consumir los residuos de maíz con alto contenido de carbono y bajo de nitrógeno. Los residuos se consumen cuando se llenan las vainas de soja que necesitan una gran cantidad de nitrógeno. Dichas lombrices son prácticamente las amigas de todos lo productores cuando se practica la Labranza Cero. Sería muy difícil realizar Labranza Cero sin ellas.

Las lombrices de hábitos nocturnos necesitan de alimento en la superficie. Salen afuera en primavera y en otoño durante la noche y luego regresan abajo del suelo, hasta una profundidad de 4 pies (1.20 metros). Hacen unos grandes agujeros en el suelo y si se hace labranza convencional en el suelo su supervivencia es casi imposible, porque se esta enterrando el rastrojo.

Es como si un ganadero enterrara o arara bajo el suelo el pasto de los animales, éstos no podrían vivir. Lo mismo ellas, al igual que los animales tampoco pueden comer debajo del

suelo. Por lo tanto hay que hacer las cosas según los requerimientos de estas. Prefieren los residuos de soja más que los de maíz porque contienen mas cantidad de proteínas.

Si uno produce maíz y trigo hay que poner algún cultivo de cobertura una legumbre como por ejemplo Vicia o Soja. Estas lombrices hacen grandes agujeros en el suelo, van desde 1.25 metros de profundidad y hacen un promedio de 25 a 40 agujeros por m².

También hay otras lombrices importantes, la pequeña lombriz roja. Esta tampoco puede comer muy profundo se mueven en los primeros 30 cms del suelo de arriba abajo y hacen también una gran cantidad de agujeros menores que aumentan la infiltración y la porosidad. También comen algunas raíces. Los dos tipos de lombrices tienen una acción energética. Tienden a ayudarse entre si. Muy importante es su acción en el suelo.

Las lombrices grandes hacen una gran tarea mueven el fertilizante de arriba hacia abajo, digieren la materia orgánica, traen suelo de arriba hacia abajo, realizan grandes agujeros en la superficie y si el suelo esta compactado superficialmente permiten a las raíces ir a un mayor profundidad y esto es muy importante (1,7,8,9).

3.14.7 Control de erosión

Esto es quizá lo más importante, en un sistema de siembra directa se tiene muy poco escurrimiento en la superficie, a diferencia de una labranza convencional. Los agujeros en la superficie permiten el ingreso del agua. Este concepto tan sencillo a veces no se comprende, muchos ingenieros de suelos no alcanzan a figurárselo. El servicio de conservación de suelos de EEUU, tiene la ecuación universal de perdida de suelo pero, consideran solamente le beneficio de los residuos de un año y no como una práctica a largo plazo.

Consideran que el residuo protegerá el suelo pero no consideran que la infiltración será mayor en un sistema de siembra directa. Consideran que el escurrimiento y la infiltración será

la misma y sin embargo hay grandes diferencias en estos dos parámetros con siembra directa y siembra convencional (1,7,8,9).

3.14.8 Es un sistema económico para la renovación de plantaciones de caña de azúcar comprende

3.14.8.1 Retirar del campo residuos de la cosecha previa, lo cual se puede hacer con un rastrillo apilador (tipo australiano) y con tractores enllantados de menos de 100HP.

3.14.8.2 Erradicación química de la soca mediante la aplicación de glifosato (4 L/ha) (1,7,8,9,12).

3.14.9 Ventaja de labranza mínima

Menores costos de renovación

Menor requerimiento de maquinaria e implementos

Menor tiempo de surcado

Menor lucro cesante por uso de la tierra

Flexibilidad para la siembra en periodo de lluvia

Contribuye al control de malezas

3.14.10 Desventajas de labranza mínima

Riesgo de proliferación de plagas y enfermedades si se hace una eliminación deficiente de las soca.

No permite cambiar el diseño de campo.

No permite hacer nivelación (1,7,8,9,12).

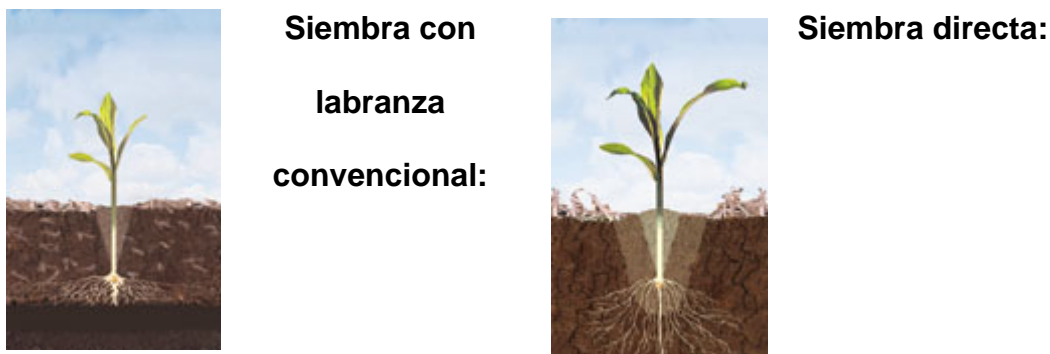


FIGURA 1: Comparación del desarrollo del sistema radicular en la siembra convencional y siembra directa en el cultivo de maíz.

3.15. La siembra convencional no es sustentable en el tiempo

La labranza convencional rompe, interrumpe (corta) y separa las raíces del cultivo cosechado, del resto del suelo en una capa superficial de 8 a 10 centímetros impidiendo la capilaridad y la capacidad que tienen las mismas de aflojar el suelo. Con la labranza convencional es necesario arar para descompactar, anulando así las ventajas de la siembra directa. La labranza convencional destruye la fauna, pulveriza la tierra y contribuye a la erosión (1,7,8,9,12).

3.16 Costo de labranza mínima

La labranza mínima con un costo de aproximado de Q.3008 / ha (Cuadro 3), se muestra como una alternativa viable para lograr incrementos en la productividad ya que con ella se logran economías de cerca del 50% en los costos de renovación, debido a que es una tecnología que permite disminuir el número de labores o bien el número de pases o la intensidad de algunas labores, manteniendo condiciones apropiadas para el desarrollo del cultivo (12).

Cuadro 3: Costos de renovación de plantaciones mediante mínima labranza

No.	LABOR	No. DE PASES	COSTO (US\$/ha)	COSTO (Q./ha)
1	Eliminación de residuos	-	13	104
2	Descepada(Glifosato 4 L/ha, valor US \$ 45 + aplicación US \$ 4)	-	49	392
3	Subsolación con el cenitándem (calle)	1	118	944
4	Abono – Cultivo – Surcada	1	21	168
5	Construcción de recibidoras	-	20	160
6	Distribución de la semilla	-	11	88
7	Tapada mecánica	1	5	40
8	Subsolación con el Sentadme (cepa)	1	118	944
9	Abono – Cultivo – Aporque	1	21	168
	Total		US \$ 376	3,008

Fuente: Villegas T, F; Torres A. (12).

3.17 Medición de la erosión:

Las parcelas de escorrentía es el método más confiable para determinar las pérdidas de suelo por efecto de la erosión hídrica. El mejor uso de las parcelas de escorrentía es para demostrar por medio de comparaciones el efecto de la escorrentía en la erosión del suelo

El equipo necesario para establecer parcelas de escorrentía es:

Límites para definir el área

Equipo de recolección de Equipo de transporte

Unidad de muestreo y tanques de almacenamiento de la escorrentía (2).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Describir y resaltar la importancia de la implementación de prácticas de labranza mínima en el cultivo de la caña de azúcar *Saccharum officinarum L.* en la costa sur de Guatemala.

4.2 Objetivos específicos

- 4.2.1 Comparar costos de labranza convencional versus Labranza mínima en el cultivo de caña de azúcar .
- 4.2.2 Describir los aportes de labranza mínima, a la conservación de los suelos.
- 4.2.3 Enumerar los aspectos técnicos a considerar para la aplicación de productos químicos para la renovación de caña soca.
- 4.2.4 Describir el efecto de labranza mínima sobre la dinámica poblacional de plagas de suelo

5. METODOLOGIA

5.1 Conducción de la investigación:

El presente estudio se realizó, mediante el análisis de investigaciones generadas en al temática de utilización de labranza mínima en Guatemala, información hasta cierto punto escasa, ya que tradicionalmente los ingenios tienen una secuencia de labores establecida y la temática la ponen en práctica en terrenos que presentan limitaciones de que entre la maquinaria agrícola por la alta pedregosidad que poseen.

5.2 Revisión de literatura

Se precedió consultar documentos técnicos elaborados sobre la temática, además de búsqueda en Internet, debiendo resaltar los trabajos realizados por CENGICAÑA y por algunas casas comerciales, seleccionando aquella información que presento consistencia en los resultados.

5.3 Interpretación de la información

La temática a analizar se dividió en tres aspectos principalmente:

Efecto de la labranza mínima en los costos de producción

Efecto de la labranza mínima en la conservación del suelo y

Efecto de la labranza mínima en los niveles poblacionales de la chinche salibosa (Aenolamia spp).

5.3 Elaboración del informe final

Toda la Información fue analizada y constituye los resultados y su discusión en el presente Informe, buscando calidad y no cantidad de información.

6. RESULTADOS

6.1 Comparación de costos de agricultura tradicional versus Labranza Mínima

De acuerdo con Martínez (8), en ensayos realizados la labranza mínima reduce los costos hasta un 40 %, comparado con el sistema de renovación tradicional de cañales en los diferentes ingenios del país.

Tal como se observa en el cuadro 4, según datos obtenidos de uno de los estudios realizados el sistema de renovación de cañales utilizando labranza mínima con un producto químico con de acción herbicida con glifosato como ingrediente activo reduce hasta aproximadamente un 50 % de los costos, no existiendo diferencia en producción.

Cuadro 4: Comparación de costos de renovación de cañales utilizando labranza mínima y tradicional. Costos por hectárea.

Actividad	Labranza mínima	Sistema Tradicional
1 Paso de rastra pesada	-----	Q.164.00
1 Paso de subsolador	-----	Q. 224.00
2 Pasos de rastra liviana	-----	Q. 241.40
Formación de surcos	Q. 84.00	Q. 84.00
2 Kg. de producto (Glifosato)	Q.212.00	-----
Aplicación del producto	Q. 40.00	-----
Total	Q. 336.00	Q. 713.40

Fuente Martínez (8)

Como puede observarse en el (cuadro 4), con labranza mínima se obtiene un ahorro por hectárea de Q. 377.40. (45.77%).

En otro estudio comparativo (Cuadro 5), se observan resultados similares entre labranza mínima combinada y el sistema tradicional de renovación de cañales

Cuadro 5 : Comparación de costos de renovación de cañales utilizando labranza mínima combinada y sistema tradicional de renovación de cañales. Costos por hectárea.

Actividad	Labranza mínima	Sistema Tradicional
1 Paso de rastra pesada	Q.164.00	Q.164.00
1 Paso de subsolador	-----	Q. 224.00
2 Pasos de rastra liviana	Q.120.70*	Q. 241.40
Formación de surcos	Q. 84.00	Q. 84.00
2 Kg. de producto (Glifosato)	Q.212.00	-----
Aplicación del producto	Q. 40.00	-----
Total	Q620.7	Q. 713.40

Fuente Martínez (8)

* 1 Pasos de rastra liviana

Obviando el subsolado se obtiene un ahorro de Q. 92.70 por hectárea, lo cual sigue siendo atractivo para el productor.

Hasta el momento solo se ha considerado la ganancia tangible en capital pero falta la inferencia del beneficio al ambiente, al reducir la labranza mínima la erosión del suelo.

6.2. Descripción de el efecto de labranza mínima a la conservación de los suelos

De acuerdo a datos obtenidos por Cifuentes (2) en un estudio del efecto de la cobertura vegetal en la reducción de la erosión, encontró los siguientes datos (cuadro 6)

Cuadro 6 :Cantidad de suelo erosionado

Tratamiento	Suelo erosionado (ton/ha/año)
Sin Cultivo	36.72
Brócoli	11.59
Frijol	2.88
Maiz y frijol	1.3300

Al analizar el cuadro 6, se debe tener en cuenta que el conocimiento básico de la textura del suelo es importante. Los requerimientos de suelo de las distintas plantas varían mucho, y no se puede generalizar sobre el terreno ideal para el crecimiento de todas las plantas. Muchas plantas, como la caña de azúcar, requieren suelos húmedos que estarían insuficientemente drenados para el trigo.

Para México se estima que la superficie es afectada severamente por erosión y se pierden aproximadamente 535 millones de toneladas de suelo, donde el 69% de estos sedimentos van a dar al mar y 31% se deposita en el cauce de los ríos, lagos, presas y lagunas, convirtiéndose en un grave problema provocando asolvamiento. Siendo el origen del problema es el mal manejo de las tres actividades básicas: la tasa de deforestación en desbalance con las plantaciones, sobre pastoreo y agricultura convencional.

Investigaciones que se han hecho en México, mostraron ventajas significativas de labranza de conservación sobre labranza convencional y entre labranza cero y labranza mínima. Se encontró en los primeros años diferencias de 400% mayor erosión en labranza convencional comparada con labranza cero. Por ejemplo en terrenos cultivados con pendientes mayor al 10 % producir un kilo maíz costo 27 kilos de suelo, en cambio bajo labranza cero la pérdida se redujo a menos de un kilogramo en promedio de 4 años. Más de cien experimentos efectuados, durante 5 años mostraron que la labranza cero reduce la tasa de erosión en aproximadamente 80% en el maíz y 95% en el caso de trigo comparado con labranza convencional.

6.3. Aspectos técnicos a considerar para la aplicación de productos químicos para la renovación de cañales.

Hay que considerar que la labranza mínima reduce al máximo la preparación mecánica, eliminando el cultivo con el apoyo directo de productos químicos (principalmente productos con el ingrediente activo Glifosato)

Esta tecnología fue desarrollada inicialmente para la implementación de nuevos terrenos para la siembra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), con el objetivo de reducir costos en la eliminación de la vegetación existente en el lugar.

De acuerdo a las recomendaciones de Martínez(8), la labranza mínima en caña de azúcar requiere la siguiente metodología:

- 6.3.1 Luego de la cosecha de la caña de azúcar, los lotes destinados a renovarse utilizando labranza mínima se dejan rebrotar (30-45 días), aplicando el producto de acción herbicida cuando el rebrote tiene un desarrollo vegetativo vigoroso y fotosintéticamente activo (que asegure la asimilación del producto por la planta), aproximadamente 40-60 cm de altura de rebrote, la aplicación se realiza de forma directa sobre la plantación de caña a un % de concentración de glifosato de 4% (Figura 2), con el objetivo de que el producto se traslade hasta la raíz y de esa forma lograr una destrucción total de la misma.
- 6.3.2 Otro aspecto técnico importante es calibrar correctamente los equipos de aplicación, así como contar con boquillas en buen estado, siendo las mas recomendables las de abanico plano, TJ 800050, 8001, 8002, 8003 Y 8004.
- 6.3.3 Después de aplicado el producto químico de acción herbicida, ya sea inmediatamente o después de un corto tiempo (3-5 días), se procede a surquear en medio de los dos surcos de la plantación anterior e inmediatamente después ha realizar la siembra.

- 6.3.4 La secuencia de labores con maquinaria queda reducida, pues se eliminan las dos pasadas de run plow, un paso de subsolado y dos pasadas de rastra pulidora, haciéndose una inversión solamente en el surqueo.
- 6.3.5 Esta tecnología reduce entre 40-55 % los costos de preparación y adecuación del cultivo, practica que inicialmente se orientaba a terrenos con pendiente pero que, actualmente ya en muchas fincas de caña de azúcar se realiza como una opción generalizada que rinde altos dividendos.



Figura 2: Efecto del Glifosato en siembra directa de Caña de azúcar.

6.4 Dinámica poblacional de plagas de suelo utilizando Labranza mínima:

La influencia sobre los niveles poblacionales de las plagas del suelo específicamente relacionado con la chinche salivosa (*Aenolamia* spp.), fue estudiada por Martínez (8), partiendo de la base de que la agricultura tradicional contribuye a la eliminación de plagas de suelo y al rompimiento de ciclos de vida de diferentes organismos plaga.

Con lo que respecta a la chinche salivosa (*Aenolamia* spp.), se creía que el uso de maquinaria agrícola controlaba huevecillos diapáusicos, ninfas y adultos de esta plaga partiendo de la premisa que el sistema de labranza tradicional, al voltear el suelo, exponen los

huevecillos al ambiente, provocando su deshidratación y muerte, aspecto que no era posible con el sistema de labranza mínima, en el cual no se voltea el suelo. De acuerdo a lo anterior se preveía un efecto negativo de labranza mínima, traduciéndose en un incremento de esta plaga de suelo (*Aenolamia* spp).

Martínez (8), Evaluó el Efecto de Cuatro Sistemas de Labranza en el Nivel Poblacional de Chinche Salivosa (*Aeneolamia* spp.) y Producción, en la Caña de Azúcar, en Finca Limones, Escuintla, Guatemala”.

Los sistemas de labranza evaluados fueron:

6.4.1 Labranza Tradicional

La cual consistió en

2 pasos de rastra pesada (Run Plow) , 21 y 22 días después del corte de la caña (ddcc).

1 paso de rastra pulidora a los 23 ddcc,

surqueado a los 24 ddcc y

siembra a los 25 ddcc.

6.4.2 Labranza Tradicional con labores espaciadas por 24 días para permitir la exposición de los huevecillos del insecto.

6.4.3 Labranza mínima sin realización de cultivo en la soca:

Aplicación de glifosato al rebrote cuando tenía una altura de 30-40 cm (Dosis 4 l/ha), 36 ddcc. Luego surqueo al os 24 días después de la aplicación y la siembra posteriormente (Figura 3).

6.4.4 Labranza mínima con realización de cultivo en la soca:

Aplicación de glifosato al día 36 después del corte con el rebrote a la misma altura que el anterior. Luego al día 23 paso de cultivadora en la soca y el surqueo al día 24 y siembra posterior.

Tanto los sistemas convencionales de labranza, como la labranza mínima, causan perturbación del hábitat de los huevecillos diapáusicos de chinche salivosa, por la destrucción de la soca, que es el área donde se concentra el mayor porcentaje de huevecillos diapáusicos. Ello se traduce en una reducción considerable de las poblaciones de chinche salivosa, en el primer ciclo del cultivo. Llegando a las siguientes conclusiones:

- * Ninguno de los sistemas de labranza utilizados presentó diferencias significativas en cuanto a las poblaciones de ninfas y adultos de chinche salivosa registradas en el primer ciclo del cultivo.
- * Los sistemas de labranza utilizados en la renovación del cultivo de la caña de azúcar, no muestran diferencias significativas en cuanto a las variables de rendimiento y producción.
- * El tratamiento 3, que corresponde a la labranza mínima, es el de menor costo equivalente aproximadamente a un 40 % de reducción en los mismos, con respecto al tratamiento de labranza convencional.



Figura 3: Tratamiento de Mínima Labranza en el sistema de siembra directa.

7. CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de labranza mínima mediante la siembra directa en las renovaciones en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), se logra una disminución de costos comparada con la siembra convencional en el orden del 45.77%, no existiendo diferencias significativas en la producción, en el primer año de evaluación.
2. En Guatemala no existen estudios concluyentes en la evaluación del efecto de la mínima labranza mediante siembra directa en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), por lo que se puede únicamente inferir de acuerdo al trabajo realizado por Cifuentes (), quien encontró una reducción de 36.72 toneladas /hectárea /año a 1.33 toneladas/hectárea /año, al comparar parcelas sin cultivo y parcelas con maíz y frijol, no obstante en otros países de la región se han encontrado reducciones en la erosión hasta del 400 %comparado con la labranza convencional.
3. Dentro de los aspectos técnicos a considerar en la aplicación de productos químicos para la renovación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), sobresalen la variedad del cultivo, tamaño y edad de la soca al momento de la aplicación (Altura y edad optima de 50 cm y 40 días depuse del corte respectivamente), tipo de boquillas (se recomiendan las de abanico plano, TJ 800050, 8001, 8002, 8003 Y 8004), calidad del producto a aplicar y dosis adecuada.

4. La distribución poblacional de chinche salibosa (*Aenolamia spp*) no presenta diferencias significativas al compara los sistemas convencionales y de labranza mínima en la renovación del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

8. BIBLIOGRAFIA

1. ASAZGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, GT). 2004. Informe anual 2002-2003. Guatemala. 32 p.
2. Cifuentes Barrientos, JG. 2000. Estudio de la cobertura vegetal de tres cultivos sobre la erosión hídrica del suelo, en la parte media de la cuenca del río Itzapa, San Andrés Itzapa, Chimaltenango (Fase III). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 59 p.
3. Claverán Alonso, R. 2000. Panorámica de la labranza de conservación en México y en América latina. INIFAP – CENAPROS. Consultado 1 oct. 2004. Disponible en <http://agecon.okstate.edu/iset/labranza/alonzo/labsimes.doc>
4. Estrada Solís, JF. 2003. Manejo de la flora espontánea asociada al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la zona media y baja del departamento de Escuintla en el quinquenio 1995-2000. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 37 p.
5. Fassbender, H.W. 1983. Suelos y sistemas de producción agroforestales. Costa Rica, CATIE. 246 p.
6. Flores, S. 1976. Manual de la caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.
7. Martínez Ovalle, M. 1978. Estudio taxonómico de las malezas en la costa sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 64 p.
8. _____. 1996. Labranza mínima en renovación de plantaciones de soca mediante el método de siembra directa (*Saccharum officinarum* L.). In Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica, CR. 1997. Memorias. Costa Rica, ATACORI. 256 p.
9. Martínez Ovalle, M; López Pineda, RA. 2000. Manual de prácticas de laboratorio para el curso ecología y control de malezas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 42 p.
10. Paz Chavez, MV. 1989. Determinación del período crítico de control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en plantía en el municipio de Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 45 p.
11. Sánchez, AG. *et al.* 1994. Estudio semidetallado de los suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Escuintla, Guatemala, Centro Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar. 30 p.
12. Villegas T, F; Torres A, JS. 1995. Labranza reducida para la renovación de plantaciones de caña de azúcar. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 33 p.