

30



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

“TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION
AGRICOLA ACTUAL.

MAIZ DE TEMPORAL BAJO EL SISTEMA DE
LABRANZA DE CONSERVACION.

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
LUCIO RODRIGUEZ HERNANDEZ

ASESOR: BIOL. ELVA MARTINEZ HOLGUIN

284272

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
- AVIENNA DE
MEXICO

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual.

Maíz de Temporal Bajo el Sistema de Labranza de Conservación.

que presenta el pasante: Lucio Rodríguez Hernández

con número de cuenta: 9460781-7 para obtener el título de :

Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 31 de agosto de 2000.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>III</u>	<u>ING. CARLOS GOMEZ GARCIA</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>ING. CARLOS DEOLARTE MARTINEZ</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>BIOL. ELVA MARTINEZ HOLGUIN</u>	<u>[Firma]</u>

DEDICATORIAS

A mis padres. Quienes siempre me han apoyado en todas mis decisiones.

A mi tía Ana María. Por su gran apoyo moral y estímulo a seguir adelante.

A mi prima Isabel. Quien me ha apoyado ampliamente.

A mis hermanos. Mercedes, Martha, Vicente, Ana, Eliseo, David y Jesús con cariño y un mensaje de unión.

A todos mis sobrinos

A Rosalba. Quien es una persona muy importante en vida y me ha apoyado incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de haber estudiado esta carrera.

Al profesor Edvino Josafat, por su gran interés en la conducción del seminario de titulación.

A la profesora Elva, por su dirección y sugerencias para la elaboración de este trabajo.

A todos los profesores que integraron el grupo de trabajo del seminario de titulación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	5
II. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DE TEMPORAL	7
2.1. Producción de maíz de temporal bajo el sistema de labranza convencional o tradicional	7
2.2. Otros sistemas de producción de maíz temporal	12
2.2.1. Labranza cero o labranza química	12
2.2.2. Labranza mínima o labranza reducida.	13
III. LABRANZA DE CONSERVACIÓN	14
3.1. Definición	14
3.2. Labranza de conservación en México	15
3.2.1. Principales limitantes para su adopción	17
3.2.2. La situación actual	18
3.2.3. Acondicionamiento para labranza de conservación	20
3.2.4. Aspectos a considerar para el establecimiento del sistema	20
3.3. Producción de maíz de temporal bajo el sistema de labranza de conservación	21
IV. VENTAJAS DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN	41
4.1. Erosión.	41
4.2. Uso del agua	42
4.2.1. Estrés hídrico	42
4.2.2. Evaporación del agua	44
4.2.3. Aumento de la calidad del agua	44

4.3. Suelo	45
4.3.1. Contenido de materia orgánica y estructura del suelo	45
4.3.2. Encostramiento del suelo	46
4.3.3. Compactación del suelo	47
4.3.4. Drenaje interno o drenaje vertical	47
4.3.5. Temperatura del suelo	48
4.3.6. Fauna del suelo (macro y microorganismos)	48
4.3.7. Concentración de fertilizantes en el suelo	49
4.3.8. Agroquímicos y otros contaminantes	49
4.4. Acame	50
4.5. Malezas	50
4.6. Costos de cultivo	51
4.7. Fechas de siembra	52
4.8. Aprovechamiento de suelos marginados	53
V. CONCLUSIONES	54
VI. BIBLIOGRAFÍA	56

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de 6,000 años el hombre empezó a mover la tierra para sembrar y reproducir sus granos y la primera herramienta que utilizó para labrar fue el “espeque”, una simple vara recta y pesada con uno de sus lados terminado en punta, que servía para hacer un hoyo en el suelo y colocar la semilla. Es probable que el primer arado del mundo haya sido una especie de azadón invertido, tirado por una mujer y dirigido por el hombre.

Desde antes de la llegada de los españoles a México, ya los Mayas en la península de Yucatán realizaban la práctica de producir algunos granos sin mover el suelo y fue considerado por Fray Diego de Lan de Landa como un sistema asombroso para producir, tal como lo menciona en su libro “Relación de las cosas de Yucatán del año 1549”.

Prácticamente desde que la labranza empezó, el hombre ha usado el arado como herramienta primaria para mover el suelo y a través del tiempo, la maquinaria y los implementos cada vez más sofisticados, han sido la preocupación del hombre civilizado. Sin embargo, el “espeque” no ha desaparecido de la faz de la tierra y en estos tiempos de excesiva maquinaria aún encontramos miles de hectáreas sembradas a “piquete”, usando indistintamente pala recta, “coa” o “espeque”. Lo anterior indica que en el terreno de cultivo no requieren moverse grandes cantidades de tierra para que la semilla tenga las condiciones adecuadas para su desarrollo, basta con realizar un orificio en el suelo a la profundidad recomendada para que ésta se desarrolle perfectamente, con la única condición de que no tenga competencia de maleza (González, 1999).

La labranza de conservación es una alternativa de producción, principalmente de granos básicos, que se viene utilizando cada día en los países desarrollados y que se empieza a utilizar con mucho éxito en los países en desarrollo.

Con este trabajo se pretende cubrir los siguientes objetivos.

- Describir los fundamentos más importantes en la producción de maíz de temporal bajo el sistema de labranza de conservación.
- Determinar las ventajas y desventajas del sistema de producción tradicional de maíz de temporal comparado con el sistema de labranza de conservación.

II. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DE TEMPORAL

2.1. Producción de maíz de temporal bajo el sistema de labranza convencional o tradicional

En el sistema de labranza tradicional en México mayoritariamente se utilizan implementos de tiro animal o mecánico, así como el sistema manual que se practica en ciertas regiones marginadas de nuestro país. El sistema convencional puede variar según la región donde se practique, desde un mínimo de labores hasta una serie de pasos de maquinaria. El universo de estos sistemas es casi tan amplio como los ecosistemas existentes en México y los sistemas que utilizan implementos de tiro-mecánico, tiro-animal y mano de obra, también son muy abundantes. (González, 1999).

Las actividades que se desarrollan en este sistema de producción son las siguientes:

- a) Preparación del terreno, siendo las labores más comunes: aradura, rastreo, nivelación y surcado y se sugiere efectuarlas con anticipación a la siembra para incorporar residuos de la cosecha anterior y permitir su descomposición; y para que las plagas existentes en el suelo se expongan al sol y mueran, y que las plántulas de las malas hierbas emerjan y se eliminen.
- b) Elección de híbridos y variedades que se adapten a las condiciones del suelo y clima de la región. También las técnicas de cultivo utilizadas, en especial el abonado y la mecanización de la cosecha, son factores que deben tenerse en cuenta para decidir qué variedades pueden dar mejores resultados económicos.

El período libre de heladas y presencia de lluvias, marcan en primer lugar las limitaciones que pueden excluir variedades de ciclo más largo.

- c) Época de siembra que se realiza hasta que empiezan las primeras lluvias, en la etapa libre de heladas, que en general es desde los últimos días de abril hasta principios de junio (FIRA, 1996).

Fijar una fecha de siembra para una región es un aspecto delicado del cultivo, en el que incide la respuesta genética de la variedad y donde necesariamente deben jugar elementos tales como temperatura, humedad, fotoperíodo, intensidad de la radiación solar, viento, peligro de plagas y enfermedades, características físicas y químicas del suelo y técnicas agrícolas utilizadas (Llanos, 1984).

- d) La forma de sembrar puede ser manual o mecánica. En siembra manual o a “tapa pie” se deben colocar cuatro semillas por mata cada 50 centímetros para dejar tres plantas después de la escarda. Cuando se usa maquinaria y sembradora, se sugiere calibrarla para que deposite la semilla cada 20 centímetros. En ambos casos se asegura una población de 65 000 plantas por hectárea en surcos distanciados a 90 centímetros entre sí (INIFAP, 1997).

- e) Fertilización. El maíz requiere un manejo adecuado en cuanto a la fertilidad del suelo. Especialmente los híbridos de maíz necesitan gran cantidad de fertilizantes para que alcancen un alto rendimiento.

Un cultivo de maíz que produzca cuatro toneladas de granos por hectárea, requiere las siguientes cantidades aproximadas de elementos esenciales.

110 kg de nitrógeno

40 kg de fósforo

80 kg de potasio

7 kg de calcio

6 kg de magnesio

6 kg de azufre

El agricultor debe restituir gran parte de estas cantidades de fertilizantes al suelo, para mantener constante la fertilidad. Las fuentes disponibles de fertilizantes son el estiércol, el abono verde y los fertilizantes inorgánicos. (Manual para la producción agropecuaria, 1985).

- f) Control de malezas. Por lo general se realiza control mecánico que incluye deshierbes manuales con azadón o machete y el uso del fuego. En sistemas de labranza convencional el control mecánico de maleza incluye la labranza primaria o preparación del terreno mediante arado, subsuelo y rastra, y la labranza secundaria como la siembra y el paso de escardas. Los pasos de arado, subsuelo o rastra eliminan a la maleza establecida y en germinación. Además el sistema de siembra en húmedo o a “tierra venida” elimina la primera generación de maleza y permite establecer los cultivos en suelo sin maleza. Posteriormente el paso de escardas con cultivadora rotativa o de picos, eliminan a la maleza a la vez que ayudan al “aporque” del cultivo. El número y época de las escardas depende de factores como presencia de maleza, humedad del suelo y disponibilidad de equipo. El paso de dos

escardas o cultivos a los 15 a 20 días y 25 a 35 después de la emergencia del cultivo son una práctica común en muchas áreas productoras de maíz en México. Es importante señalar que el control de maleza por medio de escardas es eficiente entre los surcos si se lleva a cabo oportunamente. No obstante, la maleza que se establece en la hilera de plantas del cultivo sólo puede ser controlada por medio de escardas con cultivadoras rotativas en sus primeras etapas de desarrollo al cubrirlas con suelo. También se puede realizar el control de las malezas con productos químicos conocidos como herbicidas. Existen dos tipos de herbicidas, los de contacto y los sistémicos, los primeros causan la muerte de las malezas por contacto exterior y los segundos son absorbidos por las malezas, causándoles la muerte por translocación. Existen también herbicidas selectivos y no selectivos. Los selectivos dañan sólo las malezas; y los no selectivos dañan toda la vegetación. La aplicación de los herbicidas puede ser pre y postemergente.

Para la selección del herbicida, se toman en cuenta las características de las malas hierbas, el clima, el suelo y el método de aplicación.

La maleza o jégüite es perjudicial porque quita agua, luz, nutrimentos y espacio al cultivo, de manera que si las malas hierbas no se combaten a tiempo pueden reducir los rendimientos del maíz en más de la mitad de la producción. Para evitar pérdidas es necesario mantener al maíz limpio de maleza durante 50 días después de la siembra.

- g) Control de plagas: Comúnmente se hace utilizando insecticidas, el cual depende de la incidencia de la plaga; las principales plagas del maíz, daño que ocasionan y su control se resumen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Principales plagas del maíz

PLAGA	DAÑO	CONTROL QUIMICO
Gallina ciega	El daño lo realizan cuando se alimentan de las raíces del maíz provocando que la planta a una altura de 20 a 80 cm, deja de crecer o se seca.	Se puede controlar con: 20 kg/ha de Counter al 5% granulado, 10 kg/ha de difonate al 10% granulado ó 20 kg/ha de Furdán al 5% granulado.
Trips	El daño lo causa cuando se alimenta chupando las hojas tiernas que se encuentran en el cogollo del maíz, atacando principalmente a las plantas pequeñas (recién nacidas hasta 30 días después); su presencia en el cultivo se incrementa cuando se presenta un periodo de sequía y alta temperatura.	Para su control se recomienda: 1.0 kg/ha de Sevín al 80%; 1.0 lt/ha de Diazinón E; 1.0 lt/ha de Malatión 1000 E ó 1.0 lt/ha de Paratión Metílico al 50%.
Gusano cogollero	Esta larva se alimenta de las hojas tiernas que se encuentran en el cogollo del maíz; causando los mayores daños cuando las plantas miden de 10 a 80 cm de altura; también atacan los elotes causando perforaciones y barrenaciones.	Para controlar esta plaga, se recomienda el uso de insecticidas cuando en cada 100 plantas se observan 20 o más con daño fuerte, y los recomendados son: 12 kg/ha de Lorsban al 2% granulado; 8 kg/ha de Lanate al 2% granulado ó 12 kg/ha de Nuvacrón al 2.5% granulado
Picudo del follaje del maíz	Este insecto es de color gris y causa daños de importancia, debido a que el adulto se alimenta en la parte superior e inferior de las hojas tiernas del cogollo. En las plantas dañadas se observan pequeñas manchas de forma irregular, debido a la defoliación que causa este insecto, el cual también se encuentra en los "pelos" del elote y en las espigas.	Esta plaga puede controlarse utilizando 1.0 lt/ha de Malatión 1000 E; 1.0 lt/ha de Paratión Metílico 720 E C; 1.0 kg/ha de sevín al 80% P A ó 300 gr/ha de Lanate al 90% PS
Gusano soldado	Estas larvas causan daños cuando se alimentan de las hojas y tallos, llegando a dejar solamente la nervadura media de las hojas	Los insecticidas que se recomiendan para su control son: 10 kg/ha de Orthene al 75% PS; 1.0 lt/ha de Paratión Metílico ó 300 gr/ha de Lanate al 90% PS.

Fuente. (INIFAP, 1997)

- h) Prevención y control de enfermedades: Una de las principales enfermedades que ataca al maíz es el carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*) que causa daños económicos de importancia en zonas maiceras secas y cálidas. La infección es sistémica, el hongo penetra en las plántulas y crece sin mostrar síntomas, llegando a la floración masculina y/o femenina. (INIFAP, 2000). Su control se logra mediante quema de las plantas dañadas y con el uso de semillas sanas de variedades tolerantes.
- i) La cosecha o pizca se realiza cuando el grano se puede quebrar fácilmente con los dientes, lo cual indica que tiene menos de 20 por ciento de humedad. Antes de la pizca se deben amogotar las plantas de maíz para conservar la calidad del rastrojo y adelantar la desocupación del terreno.

2.2. Otros sistemas de producción de maíz temporal

Otros sistemas de producción de maíz de temporal son. labranza química, labranza reducida y el de labranza de conservación, siendo el último el objeto de estudio de este trabajo por lo que se explica ampliamente más adelante. La principal diferencia que existe entre estos sistemas es el número y tipo de labores que se realizan en cada uno de ellos.

2.2.1. Labranza cero o labranza química

Es el sistema en el cual no se realiza ningún movimiento del suelo, se combate la maleza por medios químicos y para sembrar se utiliza un espeque, “coa” o pala recta o bien se usa una sembradora especializada.

Este sistema, a pesar de su nombre de no labranza, no es de conservación, pues los residuos no permanecen sobre la superficie del suelo y sólo de casualidad quedan trazas de cultivo anterior, ya sea por las tradicionales y tan nocivas quemas o por las extracciones (forraje), este sistema puede ser dañino para los suelos ya que la capa superficial del mismo queda

expuesta a la acción de los factores climáticos, provocando erosión en ciertas épocas y compactación superficial en otras.

Normalmente las labores que se realizan bajo este sistema de laboreo son: aplicación de herbicidas desecantes, siembra, aplicación de herbicida preemergente y/o postemergente.

2.2.2. Labranza mínima o labranza reducida.

Este sistema se caracteriza por la reducción de labores y paso de maquinaria; para esto se han construido máquinas integradas que en un solo paso se remueve el suelo, se nivela y se siembra sin utilizar tres veces el tractor, este sistema se utiliza en algunas regiones de nuestro país. El hecho de reducir el laboreo de 12 pasadas de tractor a 8 únicamente, puede entenderse por labranza mínima; sin embargo este sistema también puede traer como consecuencia la formación del “piso de arado” con sus graves consecuencias para la infiltración del agua y la asimilación de nutrientes. Aquí tampoco existe la cubierta de residuos muertos o “mantillo”, ya sea por haberlos incorporado, porque se extrajo para alimento del ganado o porque simplemente se quemó por estética.

III. LABRANZA DE CONSERVACIÓN

3.1. Definición

Se define a la labranza de conservación como un sistema de producción que consiste en el uso y manejo de los residuos de la cosecha anterior de tal forma que cubra al menos el 30% de la superficie del suelo (mantillo) con la menor remoción posible del suelo. (FIRA, 1996).

Por estas características se puede considerar a este tipo de sistema de producción como una tecnología para la agricultura sustentable ya que se conservan los recursos sin disminuir el rendimiento del cultivo y además se hace más rentable al disminuir costos de producción.

La labranza de conservación, tiene varias modalidades en su aplicación, desde labranza mínima hasta la ausencia total de labranza o labranza cero. En cualquiera de las formas que se aplique, existe una condicionante ineludible: cubrir el suelo con parte de los residuos de la cosecha anterior, para así acercarse mas al proceso natural.

- **Labranza mínima de conservación**

Este sistema ya está siendo practicado en muchas partes de México y consiste principalmente en efectuar labores mínimas como un rastreo o un cinceleo, o al paso de dos rastras para efectuar después la siembra; de esta manera, los residuos de la cosecha permanecen en forma semi-incorporada en la superficie del suelo, logrando el efecto de conservación de suelo y humedad, y facilitando el trabajo de las sembradoras especializadas o convencionales para la siembra.

- **Labranza "0" o de conservación**

Es la máxima expresión de la labranza de conservación, pues el suelo permanece sin ser perturbado por la acción de los implementos de labranza primaria y el residuo del cultivo anterior cubre cuando menos un 30% de la superficie del suelo o bien con un mantillo vivo permanente o semipermanente.

En este caso, la única labor mecánica que remueve el suelo es el hecho de sembrar con un espeque o con una sembradora especializada, ya que es la única manera de depositar la semilla a la profundidad adecuada para su emergencia.

3.2. Labranza de conservación en México

Uno de los primeros contactos que se tuvo en México con el nuevo sistema de cultivo se dio a fines de la década de los setenta, cuando el CIMMYT inició un programa de capacitación en sus instalaciones e invitó a un grupo de técnicos e investigadores del FIRA (institución financiera y de desarrollo de segundo piso) y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a un recorrido por varias regiones agrícolas de Estados Unidos que habían adoptado la labranza de conservación. A su regreso ambas instituciones iniciaron actividades de labranza de conservación en sus campos respectivos. demostración y promoción en el FIRA e investigación en el INIFAP. FIRA a partir de entonces inició un programa permanente de actividades de capacitación, construyó centros de capacitación especializados y estableció una profusa red de lotes de demostración, conferencias, congresos internacionales, organización de productores, sobre todo promoviendo y descontando con bancos de primer piso financiamientos para préstamos de avío y refaccionarios dirigidos a fomentar labranza de conservación en todo el país. (González, 1990).

La investigación del INIFAP sobre labranza de conservación tiene sus primeros antecedentes desde la década de los años 50, cuando fueron establecidos experimentos con labranza cero, aunque el suelo no fue cubierto con residuos. Los resultados obtenidos no fueron sobresalientes y se abandonó esa línea de investigación, sólo algunos ensayos aislados se hicieron posteriormente. Se retomó la investigación a raíz del viaje de observación patrocinado por el CIMMYT, fueron establecidos lotes experimentales en varios lugares del país, pero desafortunadamente su actividad fue en declive hasta el inicio de la década de los noventa en la que se aceleró con la coordinación de la región Centro y con el Pacífico Centro para organizar un programa más agresivo de investigación en labranza de conservación. En 1996 el INIFAP creó un Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible (CENAPROS) que tiene la responsabilidad de coordinar la investigación sobre labranza de conservación que desarrollan los ocho centros regionales de la institución, donde aproximadamente 55 investigadores participan directamente en investigación sobre labranza de conservación en un programa nacional. El primer informe fue publicado en 1997, donde se resumen los resultados obtenidos por INIFAP y otras instituciones relacionadas o afines (INIFAP-CENAPROS, 1997).

Otras instituciones también han desarrollado investigación y programas de transferencia de tecnología conservacionista, algunas de ellas son de enseñanza y entre estas se encuentra el Colegio de Posgraduados, el más activo en este campo, pues ha efectuado investigación en varios lugares del país y se han elaborado tesis de maestría y doctorado con particular énfasis en las propiedades y relaciones edáficas. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha trabajado principalmente en regiones tropicales.

3.2.1. Principales limitantes para su adopción

En la práctica se han encontrado las siguientes barreras y combinaciones entre ellas, que han impedido la difusión extensiva de la labranza de conservación:

- La tradición agrícola de cinco siglos ha creado una actitud social que dificulta el cambio de agricultura convencional a labranza de conservación, particularmente entre los agricultores de mayor edad.
- El convencimiento para dejar sobre el suelo el rastrojo o la paja no es fácil porque la mayoría de los agricultores.
 - a) utilizan los residuos para alimentar a sus animales durante los periodos secos
 - b) los venden, puesto que estos tienen valor de mercado en muchas regiones
 - c) los queman para “limpiar” el suelo
 - d) otra variante de este problema es el sistema de tumba-roza y quema que se practica en el sureste de México
- No existen aún suficientes asesores en el país para dar servicio de asistencia y capacitación a los agricultores en la cantidad y con la calidad requerida. Las malas experiencias tenidas por los agricultores debido a la falta de asesoría, o deficiencias en ésta, dificultan la futura adopción de labranza de conservación en esa región.
- El grado de capitalización del campo es bajo y el acceso para recibir financiamiento crediticio no es fácil, particularmente para los pequeños agricultores.
- El costo de los herbicidas es alto en México en comparación con otros países, por ejemplo, el precio de un litro de Faena (Round up) es diez veces más alto en México que en Argentina.
- En el caso de los agricultores que utilizan exclusivamente energía humana en el cultivo de maíz y frijol, está solucionada la primera condición de labranza de

conservación, puesto que al no usar el arado no invierten el perfil del suelo, pero no dejan residuos sobre la superficie, porque la mayor parte de los agricultores del trópico aplican el sistema de “roza-tumba y quema” y el suelo queda desnudo.

3.2.2. La situación actual

México está dentro de los acuerdos internacionales para fomentar la labranza de conservación, firmó el documento de Río de Janeiro, Agenda 21, que se refiere a la labranza, entre otros instrumentos, para conservar el suelo y el agua. Asimismo en 1995 la Cámara de Senadores ratificó la Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación que también la involucra. Para este efecto operan en México redes y asociaciones internacionales.

La superficie del país bajo labranza de conservación es de aproximadamente 650 mil hectáreas lo que representa aproximadamente el 3.25% de la superficie cosechada anualmente en México en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno. La mayor superficie bajo labranza de conservación está concentrada en el centro occidente del país 79.9%, en la región sur 8.9%, en el sureste 10%, en el norte 1% y solamente 0.2% en el noreste. En lo que se refiere a cultivos, el maíz es el más importante con aproximadamente 57%, le sigue el sorgo con 37.8%, el trigo con 8.4% y otros cultivos con 0.8% donde están algunas hortalizas como el brócoli.

Es preocupación del gobierno federal y de los estados fomentar la labranza de conservación; la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) contrató a 8 mil técnicos distribuidos en todo el país, la mitad de ellos para asesorar el incremento de la productividad y el resto para programas de desarrollo rural. En 1999 se les impartieron un total de 202 cursos sobre labranza de conservación y prácticas afines a un total de 5,827

de esos técnicos para coadyuvar al Programa de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva. El Programa de Alianza para el Campo también contempla el subsidio de 20% del precio en la compra de sembradoras para labranza de conservación lo mismo que tractores y la reparación de estos.

Existe en México infraestructura y recursos humanos para desarrollar investigación tanto en el INIFAP como en las universidades, lo que evidentemente falta es integración de esfuerzos. En el caso de la transferencia de tecnología existen elementos como los que se citan antes en el Programa Alianza. FIRA desarrolla una función permanente capacitando aproximadamente a 300 técnicos y agricultores por año en su centro especializado, además de los otros aspectos de fomento, donde el más importante es el descuento de los financiamientos otorgados para adquirir maquinaria y establecer labranza de conservación. El conocimiento y experiencias acumuladas en México sobre labranza de conservación son suficientes para aplicarse a los principales cultivos básicos, se requiere todavía indagar muchas relaciones causa-efecto para hacer los procesos más eficientes como es la microbiología y materia orgánica, la relación carbono-nitrógeno, relaciones hídricas y climáticas, plagas rizófagas, etc. También algunos problemas prácticos necesitan más investigación para ser resueltos, como es el caso de los suelos rojos tropicales donde la labranza de conservación no ha tenido mucho éxito.

Paralelamente al mejor conocimiento y dominio de la labranza de conservación es urgente entrar a la siguiente fase de la agricultura conservacionista, que consiste en mejorar la fertilidad del suelo combinando la labranza de conservación con abonos verdes y asociación y rotación de cultivos tal como se está haciendo Brasil. Ahora mismo estamos desaprovechando esa oportunidad, que significa mejoramiento del suelo y también de los agricultores (Claverán, 2000).

3.2.3. Acondicionamiento para labranza de conservación:

- Eliminación de compactaciones (piso de arado y rastra con un subsuelo).
- Corrección de pH (suelos ácidos adición de cal, alcalinos con yeso).
- Eliminación de malezas perennes (zacate grama o johnson).
- Presencia de rastrojo en por lo menos un 30 % de la superficie (2.0 ton como mínimo).
- Uso y manejo de herbicidas (no por el hecho de no mover el suelo implica que se tenga que usar mayor cantidad de herbicidas).
- Fertilización balanceada (N-P-K-S(Novelo, 2000).

3.2.4. Aspectos a considerar para el establecimiento del sistema.

Hay tres aspectos generales importantes a considerar:

- a) La cantidad, naturaleza y distribución de los residuos que determinarán el porcentaje de cobertura y el espesor y homogeneidad del mantillo, considerando que la siembra puede realizarse antes o después del desvare. En zonas de alta precipitación donde el exceso de humedad sea un problema, puede no desvararse, lo mismo que en zonas de fuertes vientos donde puede recomendarse solamente doblar el residuo para evitar el arrastre e incrementar la cobertura.
- b) Las malezas presentes antes de la siembra son un problema que debe ser resuelto debidamente para así asegurar el mejor establecimiento del cultivo. Pueden ser usados métodos mecánicos y/o químicos de control, procurando economía y protección al ambiente.
- c) La presencia y estado de surcos, bordos o melgas para la conducción del agua de riego por gravedad es de suma importancia pero carente de ella en el temporal,

sobre todo si no son usados con fines de manejo de escorrentías. Se requiere tomar en cuenta que el surcado incrementa la superficie de contacto con el aire y de exposición, lo que incrementa la evaporación (Novelo, 2000).

3.3. Producción de maíz de temporal bajo el sistema de labranza de conservación

- a) Preparación del terreno. La labranza de conservación consiste en sembrar cultivos en suelos previamente no preparados, abriendo una ranura del ancho y profundidad suficiente para obtener una cobertura adecuada de la semilla. No se realiza ninguna otra preparación del suelo (Llanos, 1984).
- b) Elección de híbridos. Se deben seleccionar variedades que sean 5 a 10 días más precoces en maduración para la región considerada. Algunas de las características deseables en estas variedades incluyen. adaptabilidad a la zona (sobre todo al período de lluvias, ya que estamos hablando de un cultivo de temporal); vigor adecuado al inicio de crecimiento; poca tendencia a formar hijuelos (macollo), y alto potencial de rendimiento (SAGAR, 1992).
- c) Época de siembra. Se recomienda sembrar el maíz de temporal en el sistema de labranza de conservación en las mismas fechas recomendadas con labranza convencional, es decir, desde los últimos días de abril hasta principios de junio (SAGAR, 1992).
- d) Forma de sembrar. En este sistema la siembra se puede realizar con un espeque, “coa” o pala recta, o con una sembradora especializada la cual esta adaptada para abrir la línea en la tierra sobre la que se va a depositar, la semilla, removerla antes de soltar y cerrarla y comprimirla por medio de una rueda que va detrás de cada bota sembradora. La misma maquina puede aportar la mezcla de abonos minerales y los

herbicidas en la misma labor de siembra. Las maquinas sembradoras equipadas con estos implementos permiten en una sola pasada. preparar el terreno, abonar, aplicar herbicidas, enterrar la semilla y cerrar el surco compactando la tierra sobre la línea de siembra.

- e) Fertilización. El sistema labranza de conservación permite manejar los fertilizantes tanto en aplicaciones superficiales como incorporadas, sin mostrar diferencias significativas en el rendimiento, siempre y cuando se tenga un buen nivel analítico en el suelo. Las recomendaciones prudentes serán seleccionar el tipo de producto comercial a usar, tomando en cuenta su naturaleza, volatilidad, tipo de suelo, pH y régimen de humedad (Novelo, 2000).
- f) Control de malezas. Los agentes para el control pueden ser físicos, químicos y biológicos. Los primeros incluyen el uso de herramientas manuales y de implementos de tracción mecánica o animal de uso común y especializados tales como cultivadoras de labranza de conservación.

Los agentes químicos son quizá los mas generalizados en la actualidad, existiendo cada vez más productos específicos y selectivos y de menor efecto dañino sobre el ambiente; mientras que los agentes biológicos están cobrando importancia en el control, destaca entre ellos el uso de coberturas muertas o vivas de especies agresivas para las malezas pero inofensivas al cultivo. Obviamente esta alternativa es aplicable a zonas de baja precipitación.

Efecto de los sistemas de labranza sobre las poblaciones de maleza

- Las malas hierbas presentes en un terreno agrícola reflejan las prácticas de manejo utilizadas en ciclos anteriores. Las prácticas de producción ejercen una presión de selección en las comunidades de

maleza y crean condiciones que favorecen o afectan a diferentes especies. Las malas hierbas que se presentan en la agricultura son especies que se benefician del disturbio continuo, característico de la mayoría de los terrenos agrícolas. Entre las principales prácticas de producción que influyen en las poblaciones de maleza se incluye la labranza, el riego y la fertilización.

- La labranza es considerado un factor determinante en el establecimiento de comunidades de maleza. La labranza primaria, o preparación de la cama de siembra, reduce las densidades de maleza anual al eliminar a las plántulas en proceso de emergencia, altera las características de la superficie del suelo y afecta la germinación de las semillas de maleza al reducir la cobertura del suelo por residuos vegetales y afectar en consecuencia la temperatura y humedad del mismo. Además, durante la preparación del suelo se altera la distribución de las semillas en el suelo. Los requerimientos para la germinación varían entre las especies de maleza y son un mecanismo que regulan las poblaciones de maleza en los terrenos.
- El cambio de labranza convencional a labranza de conservación representa un cambio en las prácticas efectuadas en la producción agrícola y altera las condiciones para el establecimiento de la maleza. La dificultad de obtener un manejo eficiente y económico de maleza es uno de los principales obstáculos en la adopción de los sistemas de labranza de conservación. Una vez establecido el cultivo por lo general sólo existen dos opciones para el control de maleza, el control

mecánico y el control químico. Debido a que en los sistemas de labranza de conservación el control mecánico de maleza es reducido para la conservación del suelo, el manejo de maleza es comúnmente difícil y altamente dependiente de la aplicación de herbicidas. El reto en estos sistemas de producción es el control eficiente de maleza con uso mínimo de herbicidas y labranza. Uno de los primeros pasos para lograr este objetivo es entender y predecir la respuesta de las poblaciones de maleza a los sistemas de labranza de conservación.

Maleza anual

En sistemas de labranza de conservación se han observado patrones específicos en la dinámica de poblaciones de maleza. En malas hierbas anuales de verano se reporta un incremento en las poblaciones de zacates anuales como los zacates cola de zorra *Setaria* spp. y una disminución significativa de las malas hierbas de hoja ancha de semilla grande como son el chayotillo *Xanthium pensylvanicum* L. y la malva *Abutilon theophrasti* Medic. Este cambio está relacionado con la posición de las semillas de maleza en el suelo. En la maleza de hoja ancha de semilla pequeña, como los quelites y los chuales *Chenopodium* spp., no se ha detectado una respuesta consistente a la reducción de la labranza.

Por otra parte, algunas especies anuales de invierno que son eliminadas con la labranza primaria se incrementan rápidamente al eliminar estas operaciones en sistemas de labranza de conservación. La cola de caballo *Conyza canadensis* es un ejemplo de este tipo de maleza. En este caso es necesario el

uso de implementos de labranza superficial o bien el uso de herbicidas para el control de dichas especies.

La principal fuente de malas hierbas anuales en un predio agrícola es el banco de semillas en el suelo, principalmente las producidas por varios años en el mismo lote. La labranza es el principal factor que afecta el movimiento vertical de las semillas de maleza en suelos agrícolas. Es importante señalar que debido a su tamaño pequeño la mayoría de las semillas de maleza emerge de los primeros estratos del suelo. Los sistemas de labranza convencional, en los que se utiliza el arado durante la preparación del suelo, promueven una distribución uniforme de las semillas de maleza en la capa arable del suelo (Cuadro 2). Por otra parte, en la labranza cero el mayor porcentaje de semilla se localiza en los primeros estratos del suelo. En el Cuadro 2, se puede observar que en labranza convencional la germinación de semillas de maleza ubicadas en estratos profundos del suelo es mayor, debido probablemente a que estas semillas fueron producidas en ciclos anteriores y han roto su período de latencia. Esto trae como consecuencia una mayor infestación de especies de maleza adaptadas a la emergencia de estratos superiores del suelo, principalmente hojas anchas y zacates de semilla pequeña. Al comparar la respuesta a la profundidad de siembra del zacate cola de zorra (semilla pequeña) y la malva (hoja ancha de semilla grande), se ha observado que el zacate emerge y produce plantas más altas cuando la semilla se ubicó cerca de la superficie del suelo. Esto explicaría en parte el incremento de algunos zacates al implementar sistemas de labranza de conservación.

Cuadro 2. Efecto de dos sistemas de labranza en la distribución y germinación de semillas de maleza en diferentes estratos de suelo.

Estrato de suelo (cm)	Labranza Convencional			Labranza Cero		
	Miles/m ³	% del total	% germinación	Miles/m ³	% del total	% germinación
0-1	78	20.3	19	785	67.0	22
1-3	53	13.8	20	200	17.1	17
3-6	48	12.5	23	66	5.6	17
6-9	59	15.4	28	50	4.2	16
9-14	73	19.1	34	36	3.1	16
14-19	72	18.8	38	34	2.9	17
Total	383			1171		

Fuentes: (Rosales, 2000)

Maleza perenne

El cambio más importante asociado con los patrones de disturbio de los sistemas de labranza de conservación es un marcado incremento en las especies de maleza perenne. Esto se debe a que al reducir las labores de labranza primaria hay una mayor sobrevivencia de especies perennes y una mayor producción de órganos de reproducción vegetativa como rizomas, estolones y bulbos. Además, la acción de los herbicidas es menor en maleza perenne bien establecida.

Entre las especies perennes que son favorecidas por los sistemas de labranza de conservación se pueden mencionar al trompillo *Solanum elaeagnifolium* Cav., la correhuela perenne, el zacate Johnson y la gramilla *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Sin embargo, se reconoce que los zacates perennes constituyen el principal problema de maleza en la adopción de sistemas de labranza de conservación. Este aumento en especies perennes demanda que algunas medidas de control integrado sean ejecutadas para evitar la reducción

de rendimiento de los cultivos y aumento en los costos de producción. La combinación de rotación de cultivos, uso de herbicidas sistémicos como el glifosato y el paso de implementos para impedir la formación de nuevos órganos vegetativos, deben ser considerados cuando la maleza perenne es un problema.

Daños ocasionados por la maleza

Al conjunto de daños causados por la maleza a los cultivos se les denomina interferencia. Estos daños pueden clasificarse en daños directos e indirectos de acuerdo a su naturaleza.

* Daños directos

Son los daños que afectan a la economía del productor. Los daños directos incluyen tanto las pérdidas de rendimiento como el costo de la cosecha y la calidad del producto cosechado. Las pérdidas de rendimiento son ocasionadas principalmente por la competencia entre maleza y cultivo por luz, agua y nutrimentos, factores básicos para el desarrollo de las plantas.

- Competencia por luz. La competencia por luz es el factor más crítico que afecta la sobrevivencia de plantas en comunidades mixtas. Cuando una planta sombrea a otra, la planta sombreada no cuenta con la energía necesaria para la producción de carbohidratos y la transpiración. Esto resulta en una reducción del crecimiento tanto de la parte aérea como de las raíces.

- Competencia por agua. La competencia por agua es otro de los factores básicos en el desarrollo de la maleza y los cultivos. En condiciones de temporal las malas hierbas que producen una mayor biomasa con un consumo limitado de agua son más competitivas. No obstante, existen algunas especies

que debido a su extenso sistema radical pueden absorber agua a mayores profundidades de suelo, como es el caso de la correhuela perenne. El requerimiento de agua, expresado en gramos de agua para producir un gramo de materia seca varía entre las especies de plantas. Una planta de sorgo requiere 304 g, el maíz 349 g, el trigo 507 g, el quelite 305 g, el girasol silvestre 623 g y la altamisa *Ambrosia artemisiifolia* 912 g. En el caso del girasol silvestre, su alto consumo de agua, casi 80% más que el del maíz, aunado a su gran porte y producción de biomasa, lo hacen una de las principales malas hierbas en este cultivo.

- Competencia por nutrimentos. Las plantas tienen diferentes necesidades de nutrimentos para su crecimiento y, por lo general, las especies de maleza tienen un mayor consumo de nutrimentos que los cultivos. En estudios llevados a cabo en temporal, se determinó que el quelite requirió 96, 8 y 282 kg/ha de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), respectivamente, para producir 6250 kg/ha de materia seca. La hierba rodadora *Salsola iberica* requirió 160, 14 y 410 kg/ha de N, P y K para producir 4144 kg/ha de materia seca. El sorgo requirió solamente 93, 15 y 104 kg/ha de N, P y K para producir 6857 kg/ha de materia seca (Shipley and Wiese, 1969). En el Cuadro 3 se presenta la composición química de una planta de maíz y de algunas malas hierbas frecuentes en este cultivo. Se puede observar que en promedio las malas hierbas contienen el doble de nitrógeno, 1.6 veces el contenido de fósforo, 3.7 veces el contenido de potasio, 6.9 veces el contenido de calcio y 3.3 veces el contenido de magnesio, que el presentado

por el maíz. Lo anterior pone de manifiesto el alto consumo de nutrimentos por la maleza y la consecuente competencia con el cultivo.

Cuadro 3. Composición química del maíz y algunas malas hierbas frecuentes en este cultivo.

Especie	Porcentaje en base a materia seca				
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Maíz <i>Zea mays</i> L.	1.20	0.21	1.19	0.18	0.15
Quelite <i>Amaranthus</i> spp	2.61	0.40	3.86	1.63	0.44
Chual <i>Chenopodium</i> sp	2.59	0.37	4.34	1.46	0.54
Verdolaga <i>Portulaca oleracea</i> L.	2.39	0.30	7.31	1.51	0.64
Altamisa <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2.43	0.32	3.06	1.38	0.29
Zacate cangrejo <i>Digitaria sanguinalis</i>	2.00	0.36	3.48	0.27	0.54

Fuente: (Rosales, 2000)

* Daños indirectos

Son los daños causados por la presencia de maleza que no afectan económicamente al productor en forma directa o a corto plazo. Sin embargo, constituyen un serio problema a largo plazo. Uno de los principales daños indirectos de la maleza es la mayor incidencia de insectos y patógenos que las utilizan como hospederas alternantes. Además, en este tipo de daños se pueden considerar la interferencia de maleza en lotes de producción de semilla de plantas cultivadas, la dificultad en el manejo y distribución del agua y la depreciación de los lotes agrícolas infestados con maleza.

Periodo critico de competencia

Como resultado de la competencia de la maleza, el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz se reduce. La intensidad de la competencia entre maleza y cultivo depende de factores como especies de maleza y densidad de población del cultivo y la maleza, época de emergencia de la maleza, sistema de siembra, condición de humedad, nivel de fertilidad del suelo, y duración del período de competencia, entre otros. En general, la competencia es más crítica durante la primera parte del desarrollo vegetativo del cultivo. Lo anterior ha dado como resultado la definición de este lapso como el período crítico de competencia (PCC), el tiempo máximo que el cultivo tolera la competencia de maleza sin reducciones significativas de su rendimiento y el tiempo mínimo de ausencia de maleza que requiere el cultivo para expresar su máximo rendimiento. En este aspecto, se considera que las reducciones significativas o umbral económico ocurre cuando las pérdidas de rendimiento igualan al costo de control de maleza. Con fines prácticos se ha considerado un 5% de reducción de rendimiento como el umbral económico en maíz y otros cultivos anuales.

Métodos de control de maleza

Existen diferentes tipos de control de maleza que pueden ser agrupados en cinco métodos generales:

- Control preventivo

Se refiere a las medidas tomadas para impedir la introducción, establecimiento y desarrollo de maleza en áreas no infestadas. Estas medidas

incluyen. el uso de semilla certificada libre de maleza, la eliminación de maleza en canales de riego y caminos, la limpieza del equipo agrícola usado en áreas infestadas y el no permitir el acceso de ganado de zonas con altas poblaciones de maleza a áreas libres. El control legal es un control preventivo a nivel regional o nacional apoyado en leyes adecuadas para lograr su objetivo.

- Control cultural

Incluye prácticas de manejo tales como la selección y rotación de cultivos, sistema y fecha de siembra entre otras, las cuales promueven un mejor desarrollo del cultivo para hacerlo más competitivo hacia la maleza. Una medida básica para el control de maleza es una población adecuada de plantas cultivadas. Las áreas del terreno con una baja población de plantas cultivadas son más susceptibles de infestarse con maleza. Lo anterior puede ser difícil de obtener en sistemas de labranza de conservación cuando no se usan los implementos adecuados durante la siembra. La rotación de cultivos es una medida básica de control cultural para evitar altas infestaciones de maleza. Un buen ejemplo de control cultural es el uso de cultivos de amplia cobertura como trigo, en rotación a cultivos de hilera como sorgo y maíz, para evitar altas poblaciones de zacate Johnson.

Dentro del control cultural de maleza también se puede incluir el uso de cultivos de cobertura viva, los cuales crecen asociados a un cultivo que es económicamente más importante. En la actualidad se investigan sistemas de cultivo que incluyen al maíz, la soya y el frijol como cultivo principal y

algunos zacates y leguminosas como cultivos de cobertura viva. Dentro de las ventajas de este tipo de sistemas de cultivo se incluyen, además del control de maleza, la reducción de erosión, la estabilización de la materia orgánica del suelo, el mejoramiento de la estructura del suelo y la reducción de su compactación.

- Control mecánico

En los sistemas de labranza de conservación, la labranza primaria es limitada o bien sustituida por la aplicación de herbicidas. Sin embargo, el paso de escardas puede realizarse con cultivadoras de picos que arrancan la maleza sin disturbar los residuos de cosecha que cubren el suelo. El uso de cultivadoras rotativas en labranza de conservación es limitado por los residuos de plantas en la superficie del suelo.

- Control biológico

Consiste en la utilización de enemigos naturales ya sean animales superiores, insectos o patógenos, para el control de ciertas malas hierbas. El objetivo del control biológico es la disminución de las poblaciones de maleza a niveles que no causen daños económicos. En la actualidad se comercializan algunos compuestos a base de patógenos, principalmente hongos, llamados "bioherbicidas". Una de las principales desventajas del control biológico es que actúan sólo sobre una especie de maleza y por lo general las infestaciones de maleza en los cultivos incluyen varias especies.

- Control químico

Se efectúa por medio del uso de productos químicos comúnmente llamados herbicidas que inhiben el desarrollo o matan a las plantas indeseables. El uso de herbicidas debe efectuarse sólo cuando los otros métodos de control no son factibles de utilizarse o cuando su uso representa una ventaja económica para el productor.

El control químico requiere de conocimientos técnicos para la elección y aplicación eficiente y oportuna de un herbicida. El control químico tiene ventajas importantes sobre los otros métodos de control de maleza: oportunidad en el control maleza, pues la elimina antes de su emergencia o en sus primeras etapas de desarrollo; amplio espectro de control, es decir se pueden controlar varias especies con una sola aplicación de herbicida; control de maleza perenne con reproducción vegetativa por medio de estolones, bulbos o rizomas, control residual de la maleza, ya que existen herbicidas capaces de controlar varias generaciones de maleza durante el desarrollo del cultivo.

El uso inapropiado de los herbicidas representa algunos riesgos a la agricultura. Sin embargo, todos estos daños son posibles de evitar con una buena selección y aplicación de estos productos y con el conocimiento de sus características específicas. Algunos de los posibles riesgos por el uso inadecuado de herbicidas son: daños al cultivo en explotación por dosis excesiva o a cultivos vecinos por volatilización o acarreo por viento del herbicida; daños a cultivos sembrados en rotación por residuos de herbicidas

en el suelo, cambios en el tipo de maleza por usar continuamente un herbicida; aparición de biotipos de malas hierbas resistentes a herbicidas.

Los sistemas de labranza de conservación requieren un uso más frecuente de los herbicidas principalmente al iniciar este sistema de producción de cultivos. Por lo anterior, es indispensable contar con información básica para la selección del herbicida adecuado a las condiciones prevaletientes y el uso futuro del lote a tratar.

Clasificación de herbicidas

Es necesario conocer las características básicas de los herbicidas para identificar sus alcances y limitaciones. Los herbicidas pueden ser clasificados de acuerdo a su selectividad, tipo y modo de acción época de aplicación y familia química.

* De acuerdo a su selectividad los herbicidas pueden ser clasificados como:

- Selectivos: herbicidas que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan a algunas plantas sin dañar a otras.
- No selectivos. aquellos herbicidas que ejercen su toxicidad sobre toda clase de vegetación y deben utilizarse en terrenos sin cultivo.

* Por su tipo de acción los herbicidas pueden ser:

- De contacto: herbicidas que eliminan sólo los tejidos con los que entran en contacto y tienen un transporte limitado dentro de la planta.
- Sistémicos: herbicidas que se aplican al suelo o al follaje y son absorbidos y transportados a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos.

La clasificación de los herbicidas en familias químicas se basa en características químicas afines en los diferentes compuestos usados como herbicidas. En la actualidad existen alrededor de 140 herbicidas como ingrediente activo y más de 300 como herbicidas comerciales disponibles en el mercado. La presentación comercial de un herbicida consiste del ingrediente activo en un porcentaje conocido en formulaciones sólidas o en gramos por litro en formulaciones líquidas, además de un material inerte o disolvente y en algunas ocasiones coadyuvantes. Es importante conocer el ingrediente activo de un herbicida, ya que puede presentarse en forma comercial con varios nombres, tal es el caso del 2,4 -D amina que se comercializa con nombres como Hierbamina, Weedar 64, DMA 6M, Formula 48 y otros.

El modo de acción se define como la interacción bioquímica y fisiológica del herbicida con la planta. El conocimiento del modo de acción de un herbicida es importante en su selección y uso, ya que de éste dependen los síntomas mostrados y el tiempo necesario para el control de la maleza. Es necesario evitar el uso continuo de herbicidas con el mismo modo de acción para evitar el desarrollo de resistencia de la maleza a los herbicidas.

Efecto de la labranza de conservación en el uso de herbicidas

Los herbicidas también pueden agruparse de acuerdo a su época de aplicación basada en el estado de desarrollo del cultivo y/o maleza. Los sistemas de labranza de conservación afectan la selección y el uso de herbicidas al promover la acumulación de residuos de cosecha en la superficie del suelo. A

continuación se discuten estos efectos de acuerdo al tipo de herbicidas, en relación a su época de aplicación.

- Herbicidas de presembrado

En sistemas de labranza de conservación es común que la labranza primaria sea sustituida por la aplicación de herbicidas para el control de la maleza presente antes de la siembra de los cultivos. El glifosato, el paraquat, y el 2,4-D son los herbicidas comúnmente aplicados en esta época. Los primeros dos herbicidas no son selectivos y no dejan residuos en el suelo, lo que hace posible su uso sin afectar a los cultivos sembrados posteriormente. El paraquat es un herbicida de contacto y glifosato es sistémico. El 2,4-D tiene acción sistémica sobre maleza de hoja ancha tanto anual como perenne y no tiene efecto sobre zacates. Un programa frecuentemente usado en sistemas de labranza de conservación es la aplicación de glifosato durante el invierno para el control de maleza anual y perenne y posteriormente la aplicación de paraquat mezclado con herbicidas pre-emergentes al momento de la siembra.

- Herbicidas pre-emergentes

Son los herbicidas que se aplican después de la siembra, pero antes de que emerjan la maleza y el cultivo. Los herbicidas pre-emergentes requieren de un riego o precipitación para situarse en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, de donde emerge la mayor parte de la semilla de maleza. Este tipo de herbicidas eliminan a las malas hierbas en germinación o recién emergidas, sin que ocurran daños por competencia al cultivo. Por lo general la semilla de los cultivos se sitúa por debajo de la zona de suelo con alta concentración de herbicida y la selectividad al cultivo puede ser tanto física

como fisiológica. Los herbicidas pre-emergentes presentan una gran interacción con algunas características del suelo como son: textura, pH y materia orgánica que pueden afectar la cantidad de herbicida disponible en el suelo para controlar la maleza. Por lo general la dosis de este tipo de herbicidas se ajusta según el tipo de suelo y materia orgánica, requiriendo una mayor dosis en suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica.

En sistemas de labranza de conservación el uso de herbicidas pre-emergentes puede ser afectado porque los residuos de cosecha interceptan la aspersión de los herbicidas. En este caso el grado de control de maleza con herbicidas pre-emergentes está influenciado por la ocurrencia oportuna de lluvias para lavar los herbicidas de los residuos y ubicarlos en el suelo, ya que en este tipo de sistemas de labranza la incorporación mecánica no es factible. La elección de los herbicidas pre-emergentes a aplicar dependerá de las especies de maleza observadas en ciclos anteriores, de las características del suelo y la rotación de cultivos. Los herbicidas pre-emergentes asemejan a un seguro contra la infestación de maleza. Sin embargo, ningún herbicida controla a todas las especies de maleza por lo que se deberá revisar su etiqueta para conocer sus alcances y limitaciones. Por lo anterior es común el uso de mezclas de herbicidas para ampliar su espectro de control.

- Herbicidas post-emergentes

Es común que después de las aplicaciones de herbicidas de presiembra (PSI) y pre-emergencia (PRE) se presenten fallas en el control debido a la presión de altas poblaciones de maleza, factores climáticos que limitan su acción y

por fallas en su aplicación. Debido a esto, es común que se requiera la aplicación de herbicidas post-emergentes (POST) para eliminar la maleza que haya escapado y evitar su competencia con los cultivos y producción de semilla. Es importante señalar que la aplicación de herbicidas POST debe realizarse sobre maleza en sus primeros estados de desarrollo (5 cm de altura) cuando es más susceptible a los herbicidas y su competencia con el cultivo es mínima.

Los herbicidas POST pueden ser más económicos para el productor al utilizarse sólo donde se presenta la maleza. La actividad de los herbicidas POST depende de factores como su grupo químico, especies de maleza presentes y condiciones de clima como velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa y presencia de lluvia. Estos factores determinarán un cubrimiento uniforme de la aspersión sobre la maleza y su posterior absorción. Obviamente el cubrimiento adecuado de la maleza es más crítico con el uso de herbicidas POST de contacto que con los de acción sistémica. Las condiciones óptimas para lograr un buen control de maleza con los herbicidas POST son: maleza en sus primeras etapas de desarrollo y en crecimiento activo, temperatura del aire de 25 a 30° C, humedad relativa mayor de 60%, buena humedad del suelo y ausencia de lluvias por 4 a 6 horas después de la aplicación.

Por otra parte, la mayoría de los herbicidas POST requieren del uso de coadyuvantes para maximizar sus efectos. Los coadyuvantes pueden estar incluidos en la formulación comercial del herbicida o bien se requiere agregarlos a la solución asperjada. La acción básica de los coadyuvantes es

aumentar la superficie de contacto entre el herbicida y el follaje de la maleza al disminuir la tensión superficial de la solución herbicida, aumentar el tiempo que la solución permanece en fase líquida sobre las hojas y finalmente aumentar la penetración. El uso de los coadyuvantes adquiere mayor importancia cuando las condiciones ambientales promueven una rápida desecación de la solución herbicida o bien un aumento de las ceras cuticulares de las hojas. En todos los casos, el uso de los coadyuvantes en la solución herbicida-agua deberá hacerse de acuerdo a las especificaciones de la etiqueta del herbicida utilizado.

En sistemas de labranza de conservación, el uso de herbicidas POST es más común que los herbicidas PRE debido a la presencia de los residuos de cosecha sobre el suelo que afectan su acción. Sin embargo, la presencia de residuos en el suelo puede afectar también la acción de los herbicidas POST, principalmente los que tienen acción de contacto. Finalmente, ningún herbicida controla a todas las malas hierbas y es común que debido al espectro de acción de los herbicidas POST se requiera el uso de mezclas, o aplicaciones secuenciales de herbicidas de acuerdo a la maleza presente.

- g) Control de plagas y enfermedades. Mucho se discute sobre si la labranza de conservación propicia el incremento de las poblaciones de insectos y patógenos por el hecho de mantener una gran cantidad de residuos vegetales que sirva de hospedero. Sin embargo en experiencias, y en trabajos de investigación en otros países y en México se ha observado una disminución de los problemas ocasionados por las plagas y enfermedades, por ejemplo: cuando se establece maíz en labranza de conservación seguido de trigo o cebada en siembras tempranas durante el mes de

abril, y que la pata de estos no se desmenuza o pica, la incidencia de trips es mínima en comparación a un maíz establecido en esta misma fecha bajo la labranza convencional.

Al sacar una palada de tierra en suelos en donde se viene realizando la labranza de conservación en esa porción de tierra se tienen de 5 hasta 8 gallinas ciegas, sin que los cultivos manifiesten en ninguna etapa de desarrollo sintomatología de daño por ataque radicular, la razón de esto es muy simple, el principal alimento de estas larvas es la materia orgánica y si mediante un análisis de suelo se conoce el porcentaje de materia orgánica nos daremos cuenta que en la mayoría de los casos no llega a ser superior del uno por ciento lo que origina que estos insectos al no tener alimento, tengan que comer las raíces de los cultivos, originando con esto un daño económico que en ocasiones es difícil de recuperar (Novelo, 2000).

- h) Cosecha. Prácticamente no existen cambios en el procedimiento de la cosecha respecto del sistema tradicional, solo se recomienda que en caso de que la cosecha sea mecánica, sean colocados esparcidores en las maquinas cosechadoras con la finalidad de distribuir homogéneamente los residuos, evitando con esto tener franjas de mayor concentración de paja en donde se va a dificultar la siembra ya que la semilla no va ser depositada en el terreno sino en la paja.

IV. VENTAJAS DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN

4.1. Erosión.

La erosión consiste en el arrastre de partículas del suelo ocasionado por dos agentes principales: agua y el aire (Fuente, 1994).

El laboreo convencional origina problemas en suelos pulverulentos, en suelos con arenas finas (especialmente cuando están secos), en suelos muy arcillosos (adherentes) y en suelos sin estructura (especialmente, los ricos en sodio). En el primer caso el laboreo convencional tiende a producir gran números de planos de fractura, pulveriza el suelo en la superficie y crea una capa compacta en el fondo de la labor que reduce la infiltración y provoca incremento de escorrentía. Por esta causa, el suelo se erosiona fácilmente por el agua o, cuando se pulveriza, por el viento. (Morgan).

La naturaleza es una gran sembradora de conservación, pues las semillas de las nuevas plantas siempre nacieron en medio de los residuos de las plantas del ciclo anterior, sin que existiera la mano del hombre de por medio y la erosión no se presentaba en forma drástica. En la actualidad esto es fácil de observar en lotes rurales y aún en lotes urbanos, sobre todo cuando permanecen sin utilizarse por dos o más años. La forma en que crece la maleza es asombrosa y si somos un poco observadores, veremos que en estos predios domina una especie y cambia según los años y su condición climatológica, lo anterior pareciera ser una defensa de la naturaleza para no perder el suelo.

En México, 50 millones de hectáreas tienen erosión severa ó muy severa, lo que ocasiona un deterioro constante de nuestras áreas aprovechables, los ejemplos más dramáticos los observamos en los Estados de Tlaxcala, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, México, Hidalgo, Durango, Tamaulipas, Coahuila y Zacatecas. El arrastre de la capa superficial del suelo por el viento y la lluvia, es algo que el agricultor nunca podrá reponer.

Con el sistema de conservación, los residuos del cultivo anterior que quedan sobre la superficie del suelo, lo protegen de la acción del viento, el agua y el sol, tal como lo hizo la naturaleza por miles de años (FIRA, 1996).

4.2 Uso del agua

4.2.1 Estrés hídrico

El cultivo de maíz depende de una adecuada disponibilidad de agua en los períodos críticos. La deficiencia de agua aún cuando no sea visible a través del marchitamiento, afecta el vigor de la planta, el tamaño y en última instancia, el rendimiento.

En la producción de maíz los niveles de rendimiento están determinados principalmente por la acción combinada de la lluvia y la temperatura, justo antes de la antesis y durante los 30 a 40 días siguientes. Por lo general, la deficiencia de agua en este período en algunos tipos de suelos importantes, trae como consecuencia la obtención de rendimientos por debajo de los niveles rentables, reduciéndose aún más al producirse temperaturas elevadas (Llanos, 1984).

En un suelo descubierto, la evaporación del agua es muy fuerte, comparado con lo que sucede en un suelo con abundante mantillo, en donde el residuo se encarga de protegerlo de la evaporación y de esta manera el agua es guardada en el perfil del suelo. Lo anterior es muy notorio en cultivo de temporal, cuando se presenta la sequía intraestival llamada “verano” es entonces cuando las parcelas trabajadas bajo el sistema de labranza de conservación, parecen estar recibiendo aportaciones de agua comparadas con las siembras bajo el sistema convencional.

En el sistema convencional bajo el régimen de temporal, es raro no encontrar siembras con algún nivel de estrés hídrico, en alguna etapa de su ciclo, lo anterior se debe principalmente

a la evaporación, escasa infiltración del agua en el suelo y el escurrimiento superficial de la misma. (FIRA, 1996)

Estos problemas de pérdida de agua se deben principalmente a que las labores de cultivo (escardas) tienden a destruir las raíces de las plantas, las galerías dejadas por las raíces muertas y las lombrices, así como disminuir el contenido de materia orgánica del suelo, provocando una disminución importante de la capacidad de retención de agua del suelo. (Llanos, 1984).

Los agricultores pueden conservar mejor el agua en el suelo con el sistema propuesto (conservación), por tres principales razones:

- a) La evaporación se reduce considerablemente porque el suelo no es removido y expuesto a la radiación solar. Los residuos sombrean al suelo, bajando la temperatura del mismo y disminuyendo la evaporación.
- b) Los suelos no removidos mejoran su estructura y el mantillo incrementa la materia orgánica, por lo mismo se incrementa la velocidad de infiltración del agua en el suelo.
- c) La paja o residuos de las cosechas en campos bajo este sistema, permite captar e infiltrar mayor cantidad de agua en una lluvia, quedando el suelo mojado por más tiempo (FIRA 1996), esto se debe principalmente a que los residuos del cultivo anterior retienen un mayor porcentaje de agua a capacidad de campo que el mismo suelo arado. La presencia de las raíces de las plantas intactas y el mayor porcentaje de materia orgánica debido a las raíces de las plantas muertas y los residuos de las cosechas anteriores originan en el suelo poros más grandes que retienen cantidades mayores de agua (Llanos, 1984).

4.2.2 Evaporación del agua.

La evaporación es la principal causa de pérdida de humedad de un cultivo en la primera mitad del período de crecimiento, hasta que éste cubra la máxima superficie del suelo (Jiménez, 1998).

En el sistema convencional, por cada ocasión que empleamos un implemento para mover el suelo, algo de la humedad existente escapa debido a la acción del viento y el sol.

En el sistema de labranza de conservación, no se mueve el suelo, por lo que “no lo sacamos a asolear” y además el mantillo, o sea la paja del cultivo anterior, impide que los rayos del sol lleguen directamente al suelo (FIRA, 1996) por lo que las pérdidas de humedad se producen más lentamente en un suelo cubierto que otro desnudo, esto se puede describir de la siguiente manera:

- El agua ha de cambiar de estado (de líquido a vapor) en la superficie del manto de residuos.
- El vapor de agua debe difundirse a través del espesor de cada vegetal.
- La cobertura reduce la cantidad de radiación solar directa sobre el suelo, disminuyendo así la energía disponible para llevar a cabo el cambio de estado.
- El déficit de saturación del aire es mayor en la atmósfera de los residuos que cuando el suelo no está protegido (Jiménez, 1998).

4.2.3. Aumenta la calidad del agua

Del total de agua del planeta, sólo el 0.25% se encuentra en los ríos, arroyos, lagunas, etc. y el 97.5% es agua salada. No sería nada raro que, en un tiempo no muy remoto, algunos países se dedicaran a exportar agua dulce como un recurso natural de escasez para otros países.

El sistema de labranza de conservación es una excelente oportunidad para incrementar mantos freáticos con agua que a través de muchos metros y quizás años, se va infiltrando en un excelente proceso de purificación, este fenómeno que es natural en nuestro mundo pareciera que no está en la mente de todos y se sigue utilizando en demasía el agua del subsuelo.

Aumentan las posibilidades de recargar mantos acuíferos

Por los motivos antes descritos el agua que se filtra con mayor facilidad en el suelo, puede incrementar los mantos acuíferos, mientras que en el sistema convencional, el suelo movido se satura rápidamente y el excedente de agua escurre por la parte superficial. Este escurrimiento llamado también escorrentía, casi siempre va acompañada de una buena cantidad de suelo en suspensión, muestra de ello son los arroyos y ríos que en tiempos de lluvia se ven de color chocolate.

4.3. Suelo

4.3.1. Contenido de materia orgánica y estructura del suelo

El sistema convencional conduce a una significativa merma de los niveles de materia orgánica, dado a que está muy diluida en el perfil del suelo o irregularmente mezclada.

En los sistemas de laboreo de conservación hay un aumento del contenido de materia orgánica, debido principalmente a que los residuos se incorporan en los primeros 10cm del perfil del suelo. El contenido de materia orgánica de los suelos está estrechamente relacionado con su potencial productivo. La influencia en la agregación y estabilidad estructural es muy importante, ya que permite mejorar la relación entre el oxígeno y la humedad a fin de potenciar el desarrollo radicular del cultivo.

La materia orgánica puede absorber agua por encima del 90% de su peso, lo cual contribuye a aumentar su capacidad de retención; su naturaleza coloidal mejora la

capacidad de intercambio catiónico entre 2 y 30 veces en relación a los coloides minerales. Los agregados del suelo presentan una mayor estabilidad estructural disminuyendo su dispersión en agua, comparativamente con aquellos de bajo contenido de materia orgánica. Junto a la presencia del cultivo, la estabilidad estructural reduce el arrastre de partículas causado por las distintas formas de erosión. Por otro lado, la cama de siembra se mejora notablemente al disponer de un equilibrio estable entre oxígeno y agua, y reducir los efectos de encostramiento que tan negativamente afectan a la emergencia de las plantas (Jiménez, 1998).

Como se ha mencionado, el hecho de no mover el suelo permite a los agregados del mismo permanecer intactos, por otro lado, ya se ha comprobado muchas veces que la materia orgánica es un excelente aglutinador de las partículas, incluso algunas bacterias en el suelo tienen la facultad de pegar las partículas unas con otras. En general las exudaciones de las raíces, el trabajo de las lombrices al formar sus canalículos y la actividad microbial en los residuos de los cultivos forman parte de este mundo benéfico para las plantas.

4.3.2. Encostramiento del suelo

En el sistema convencional, el encostramiento se presenta cuando la capa arable queda demasiado suelta (hecha polvo), por acción de los implementos de labranza primaria y si precipita una lluvia fuerte, cuyas gotas pegan sobre el suelo descubierto, forma una costra que facilita el escurrimiento e impide la penetración del agua en el suelo. Esta capa es endurecida posteriormente por la radiación solar, debemos tomar en cuenta que las gotas de la lluvia según su tamaño, pueden caer a una velocidad de dos a seis metros por segundo. Este fenómeno es doblemente dañino cuando el campo de cultivo ya ha sido sembrado y la semilla no ha brotado del suelo, dando lugar al taponamiento o no nacen cía de la semilla por efecto de la capa endurecida.

4.3.3. Compactación del suelo

La compactación del suelo producida por la maquinaria agrícola ha sido considerado siempre un problema de suma importancia tanto como por los edafólogos como por los agricultores y se han realizado numerosas investigaciones para determinar su alcance y las formas de reducirla. La compactación ya era motivo de preocupación cuando la preparación de la tierra se hacía principalmente con caballos y mulas (Llanos, 1984).

Al efectuar las labores primarias de labranza en el sistema convencional, los agregados del suelo se destruyen y esto da lugar a la destrucción también de la estructura por lo que sufre una severa compactación después de las primeras lluvias o del riego en caso de cultivo de riego.

En el sistema de labranza de conservación las labores primarias no se realizan, por esta razón la estructura no sufre alteraciones y el suelo no se compacta, sobre todo si tomamos en cuenta que la acción de las lombrices en un suelo no perturbado y la muerte de las raíces en su lugar, dan al suelo la proporción de aire y agua necesarios para que se desarrollen perfectamente las raíces de las plantas (FIRA, 1996).

4.3.4. Drenaje interno o drenaje vertical

La ausencia del piso arado, la no destrucción de los agregados del suelo, su estructura, la acumulación de materia orgánica y la facilidad de penetración de las raíces son algunas de las condicionantes que dan lugar a la formación de un buen drenaje vertical, lo que no sucede en el sistema tradicional.

4.3.5. Temperatura del suelo

Para asegurar un alto porcentaje de germinación de las semillas de maíz, la temperatura del suelo durante los primeros días posteriores a la siembra deberá estar el mayor tiempo posible por encima de los 10°C. A 5 cm de profundidad (la normal para semillas de maíz) la temperatura se eleva durante el día por la acción directa del sol y durante la noche baja puesto que no se recibe radiación solar y el calor almacenado a lo largo del día se pierde durante la noche (Llanos, 1984).

En un suelo descubierto sin la protección del mantillo, el sol pega directamente en la parte superficial del mismo elevando considerablemente la temperatura; en cambio en un suelo protegido por la paja los rayos del sol son interceptados impidiendo que lleguen directamente al suelo y de esta manera la temperatura no se eleva rápidamente, reduciendo de esta manera la amplitud térmica (FIRA, 1996). Es decir, la existencia de una densa capa de residuos secos del cultivo anterior en la superficie del suelo permite mantener cierta cantidad de aire “muerto” que es un aislante excelente; de esta manera el residuo y el aire “muerto” evitarán la pérdida de calor en la noche, produciendo temperaturas nocturnas mayores al iniciarse el crecimiento del cultivo.

4.3.6. Fauna del suelo (macro y microorganismos)

Es por todos conocido el beneficio que deja al suelo la incorporación con el arado de los residuos del cultivo anterior en el sistema tradicional, sin embargo, el tiempo que tardan estos residuos en descomponerse dependiendo de la temperatura y humedad existentes, impide al agricultor utilizar inmediatamente su suelo ya que la materia orgánica requiere para su descomposición de la actividad microbiana y ésta a su vez, requiere de nitrógeno para trabajar, lo que impide que las semillas se desarrollen normalmente si éstas se

encuentran en el suelo durante su proceso de descomposición, en cambio cuando los residuos del cultivo anterior que forman el mantillo se quedan sobre la superficie del suelo, la actividad biológica y la descomposición de la materia orgánica no interfieren en la correcta germinación de las semillas.

La labranza de conservación da lugar a la presencia de micro y macro organismos de la flora y fauna del suelo, formando un equilibrio perfecto entre ellos, de tal manera que permanece siempre un beneficio para los organismos superiores.

4.3.7. Concentración de fertilizantes en el suelo

Sobre este punto se han presentado muchas opiniones, algunos autores aseguran que debido a que al fósforo y potasio no tienen movilidad en el suelo, las aplicaciones superficiales de estos elementos no dan resultado, otros opinan que deben quedar colocados en banda y cubiertos por una pequeña cantidad de tierra, preferentemente en el momento de la siembra, de lo contrario estos elementos no tendrán un buen aprovechamiento. En el sistema de labranza de conservación se ha demostrado que las aplicaciones al boleo antes de la siembra han dado excelentes resultados ya que se han encontrado muchas raíces de absorción en las capas superficiales del suelo, zona protegida por el mantillo, en donde hay abundante agua y es en este lugar en donde se acumula el fósforo y el potasio que se aplican sin tapar.

4.3.8. Agroquímicos y otros contaminantes

La labranza de conservación incrementa notablemente la capa arable del suelo, detiene la erosión, aumenta el contenido de materia orgánica, triplica la población de lombrices, reduce la compactación del suelo y permite mayor penetración de las raíces.

Un gramo de suelo orgánico, contiene según algunos autores, 50 mil millones de bacterias, de 10 a 20 millones de actinomicetos y más de 1 millón de hongos. Estas poblaciones y su

actividad fungal, degradan, utilizan o metabolizan muchos compuestos químicos ya que los microorganismos se alimentan de compuestos orgánicos y muchos productos químicos son compuestos orgánicos.

4.4. Acame

El acame es un problema importante que aumenta las pérdidas de grano de maíz en la cosecha y además el maíz que queda en el campo se convierte en una maleza difícil de controlar en el cultivo del año siguiente. Una de las condiciones atmosféricas más temidas por los productores de maíz son las lluvias que producen saturación del suelo seguidas de vientos fuertes. En este caso en campos bajo laboreo convencional, donde se aró y se afinó la tierra con barbecho, rastra y escardas, el maíz será acamado (volcado) por el viento sin que se quiebre el tallo. La presión del viento desarraiga las plantas debido a la poca resistencia del suelo. En el mejor de los casos, la cosecha se demora; las pérdidas se multiplican. Esto no sucede con los cultivos de maíz producidos bajo el sistema de labranza de conservación pues el perfil del suelo se mantiene inalterable y notoriamente más firme, permitiendo un mejor enraizamiento (Llanos, 1984).

4.5. Malezas

En el sistema convencional en donde el principio es el movimiento del suelo, las semillas de la maleza que caen sobre la superficie son “guardadas” por el arado al efectuar la inversión del prisma arable, mientras que otras son llevadas a la parte superficial del suelo en donde encuentran condiciones adecuadas para su germinación.

En el sistema de labranza de conservación, que tiene como base el no movimiento del suelo, las semillas de la maleza que caen sobre la superficie no se entierran y al permanecer a la intemperie o bien mezcladas con el mantillo, quedan expuestas a las inclemencias del tiempo son atacadas por la fauna del lugar, o bien son afectadas por la actividad microbiana

desarrollada en el mantillo, de esta manera son muy pocas las que permanecen con viabilidad para germinar. Por otra parte, las semillas de la maleza que se encuentran muy enterradas, no encuentran fácilmente condiciones para su geminación.

En el sistema convencional, los ciclos de cultivo se inician por la labor de arar, ya sea con implementos de tracción animal o tracción mecánica; en caso de utilizar arados de discos tirados por un tractor (lo más de común en México) casi en todos los casos pero principalmente en suelos con textura arenosa, se forma el “piso de arado” que es una sección compactada que se localiza en donde termina la penetración del arado y rueda el disco del implemento. Esta compactación que puede variar en grosor, se encuentra en algunos casos a 20 o 25 cm de profundidad e impide el correcto desarrollo de las raíces, y es causa de una posible saturación de agua de lluvia o de riego en la parte superficial del suelo y una falta de drenaje vertical.

En el sistema de labranza de conservación, las raíces penetran más y mejor en el suelo porque no se forma el piso de arado, no se destruye la estructura y cuando las raíces del cultivo anterior mueren en su lugar, dan lugar a huecos en el perfil del suelo llamado canaliculos que facilitan a las raíces su penetración.

4.6. Costos de cultivo

En el sistema convencional, las labores de preparación del suelo y las escardas, comprenden un 25 a 30% de los costos de cultivo, mientras que en el sistema de labranza de conservación, en donde únicamente las siembras se realizan con maquinaria y en todo caso el control de maleza y parte de la fertilización, por lo que este porcentaje se ahorra casi en su totalidad, lo que se puede observar en el cuadro 4.

Cuadro 4. Costos de cultivo

COCEPTO	LABRANZA CONSERVACION	LABRANZA TRADICIONAL
	COSTO (\$/HA)	COSTOS (\$/HA)
Aradura	---	400.00
Rastreo	---	400.00
Siembra	400.00	400.00
Semilla	800.00	800.00
Fertilizante	1 200.00	1200.0
Herbicida	195.00	---
Escardas	---	400.00
Deshierbes	150.00	150.00
Insecticidas	85.00	85.00
Cosecha	800.00	800.00
Total	3 630.00	4 635.00

4.7. Fechas de siembra

Por regla general, en todas las regiones productoras de maíz, se realizan siembras tempranas. Los rendimientos disminuyen a medida que se atrasa la fecha de siembra. Las primeras explicaciones de este hecho consideraban al agua como principal factor responsable de la reducción de los rendimientos. Se suponía que la emergencia temprana aprovechaba mejor el agua almacenada en el suelo durante el invierno lo cual producía posteriormente mayores rendimientos. Esto es solo parcialmente cierto, puesto que la reducción en la longitud del día y las temperaturas más elevadas también influyen en los rendimientos de maíz.

En las primavera húmeda, la labranza de conservación ha demostrado sus ventajas cuando los suelos preparados convencionalmente no pueden sembrarse debido a las lluvias frecuentes, ya que el tractor se atasca y la sembradora se taponea.

Por otro lado y considerando que un suelo no alterado siempre está listo para producir, la siembra puede efectuarse en cualquier momento en comparación a un suelo que se trabaja

bajo el sistema de labranza convencional donde antes de sembrar se tienen que realizar las labores de preparación de la cama de siembra, lo cual retrasa la fecha de siembra si no se planea con anticipación.

4.8. Aprovechamiento de suelos marginados

Uno de los grandes daños a nuestra ecología es el sistema de roza, tumba y quema, practicado por muchos de nuestros productores minifundistas, en suelos cuya pendiente no es propia para la agricultura tradicional (pendientes superiores a 25%). Éste sistema consiste en suprimir de pequeñas fracciones de sierra o montaña durante el invierno y parte de la primavera, toda la vegetación existente, incluyendo vegetación leñosa para después quemarlos al final de la primavera y preparar su suelo para la siembra de cultivos básicos en el verano. Estos suelos que permanecen descubiertos por la acción del fuego durante todo el tiempo, son fácilmente erosionados por las fuertes lluvias en verano de tal manera que después de 3 o 4 años son abandonados por improductivos. Estos mismos predios cubiertos por un mantillo seco o vivo, darán oportunidad de producir cualquier cultivo sin deterioro del suelo y permanecerán útiles por muchos años.

V. CONCLUSIONES

1. Los principales fundamentos en que se basa la labranza de conservación son:

- Manejo adecuado del mantillo (rastrojo)
- Evitar la perturbación del suelo

La cobertura o mantillo del suelo con los rastrojos de las cosechas de los cultivos anteriores y el no movimiento de la tierra funcionan como medidas de conservación de suelo. Su efecto conservador se debe en parte, a que el suelo cuenta con mayor protección contra las fuerzas erosivas de la lluvia, debido a la presencia de mantillo como lámina protectora y a la menor alteración de la estructura del suelo. Además el mantillo disminuye la erosión al reducir el escurrimiento y aumentar la infiltración, al formar nuevas barreras físicas y mejorar la estructura física del suelo (y por ende, su permeabilidad). La labranza de conservación funciona, además, como medida de conservación del agua, ya que al disminuir su pérdida (menor escurrimiento, mayor infiltración, menor evaporación) aumenta la calidad de agua disponible para el cultivo.

- Control eficiente de la maleza

El control de las malezas es un aspecto crucial en el manejo del cultivo de maíz bajo cualquier sistema de labranza, pero se torna particularmente crítico en el sistema de labranza de conservación. Esto se debe a que en este último, las operaciones de labranza se reducen significativamente o se eliminan en su totalidad (cero labranza), lo cual desecha la opción mecánica en el manejo de las malezas. Es por eso que el uso de herbicidas ha constituido un factor de manejo básico para alcanzar buenos resultados.

Otro fundamento de gran importancia en la labranza de conservación es tener una buena distribución de plantas en el terreno lo cual se logra con una sembradora de precisión que

siembra a través del mantillo o con espeque “coa” o pala recta (siembra manual) depositando una semilla cada 20 cm

2. Ventajas y desventajas del sistema

El mantillo y el no movimiento del suelo tienen un efecto decisivo en evitar la erosión, aumentar la infiltración, conservar la humedad, disminuir la presencia de maleza, preservar la fertilidad del suelo, reducción de costos de producción del cultivo, lo cual, no sucede con la labranza convencional, ya que ésta se basa principalmente en la aradura del suelo (aumento de costos de producción y deterioro del suelo) y por lo general no se acostumbra a dejar el rastrojo, por lo que se puede concluir que el 99% de los beneficios del sistema los da el mantillo.

Las principales desventajas del sistema son: uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de cero labranza, dispersadoras de rastrojo, conocimiento en el manejo de herbicidas y que este sistema no es apropiado para suelos mal drenados.

3. La labranza de conservación no es únicamente sembrar sin remover el suelo, no es tampoco un paquete tecnológico; es todo un sistema de producción que convierte en un *arte* el uso y manejo del mantillo (vivo o muerto) sobre la superficie del suelo.

4. El manejo de la labranza de conservación implica un nuevo enfoque integral de la agricultura orientado a la competitividad pero también a la preservación de los recursos, partiendo de un cambio de mentalidad para dejar el viejo paradigma del arado y evitar la quema de residuos. Por todo esto se puede considerar a este sistema de producción como una alternativa rentable, sustentable, productiva y competitiva.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. CLAVERAN, A. R., 2000. **Panorama de Labranza de Conservación en México y en América Latina**. INIFAP-CENAPROS México.
2. CROVETTO L. C., 1999. **Agricultura de Conservación. El Grano para el Hombre, la Paja el Suelo**. Tercera edición. Editor Eumedia. Colección Vida Rural. Santiago de Chile.
3. CROVETTO L., C 1992. **Rastrojo Sobre el Suelo. Una Introducción a la Cero Labranza**. Universidad-Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile.
4. ENCICLOPEDIA MICROSOFT., 1993-1997. **Acondicionamiento del Suelo**. Microsoft Corporation.
5. EREMSTEOM, O., 1996. **Política Agrícolas (El potencial de la labranza de conservación en los sistemas de producción de maíz en México)**. CIMMYT. México.
6. ETCHEVERS, D. J., 2000 **Labranza de Conservación , Indices de Calidad del Suelo y Captura de Carbono**. Colegio de Postgraduados, CIMMYT. México.
7. EXNER. R., 2000. **Menos Labranza, Sin más Herbicidas**. Iowa State University Extension.
8. FIRA. Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura. 1996. **Memorias del Curso de Control de Malezas en el Sistema de Labranza de Conservación**. Del 13 al 16 de mayo del 2000 en la Universidad Autónoma de Hidalgo. Tlahuelilpán Hgo.
9. FUENTES, Y. J., 1994. **El Suelo y los Fertilizantes**. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo. Ed. Mundi-Prensa.
10. GONZALEZ, R. L., 1999. **Memorias del curso "Principios Básicos de Labranza de conservación"**. FIRA. Mixquiahual, Hgo.

11. GRAGEDA, C. O., 2000 **Dinámica del Nitrógeno en Sistemas Bajo Labranza de Conservación**. INIFAP, MÉXICO. USDA, USA
12. JIMÉNEZ, D. R., 1998. **Agricultura Sostenible**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
13. JIMENEZ, G. C., 1995. **Tópicos Selectos de la Producción Agrícola Actual (La Importancia de la Labranza de Conservación en la Agricultura Sustentable)**. Trabajo de Seminario. UNAM FES-CUAUTITLAN. Mexico.
14. LLANOS, C. M. 1984. **El Maíz (Su Cultivo y Aprovechamiento)**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
15. **MANUAL PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA**. 1985. Área “Producción Vegetal”. Ed. Trillas. Quinta impresión. México.
16. MORGAN, C., 1997. **Erosión y Conservación del Suelo**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
17. MUNRO, O. D., 2000. **Manejo de Malezas en Maíz Bajo Labranza de Conservación en la parte Central de México**. CIPAC, INIFAP, SAGAR. México.
18. NIEUWKOOP. 1992. **Labranza de Conservación en Sistemas de Producción de Maíz en México**. CIMMYT. México.
19. NIEUWKOOP. 1993. **El Sistema de Labranza de Conservación en Maíz de Temporal**. CIMMYT. México.
20. NOVELO, G. M., 2000. **Labranza de Conservación en México y Apoyos de FIRA para su Adopción**. Banco de México-FIRA. Morelia, Mich. Mexico.
21. PHILLIPS, S. H., **Agricultura Sin Laboreo (Labranza cero)**. Editorial Hemisferio Sur. Uruguay.

22. ROSALES, R. E , 2000 **Conceptos Generales sobre Manejo de Maleza en Sistemas de Labranza de Conservación.** Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP. México.
23. SAGAR., 1992. **Manual de Producción de Cultivos con Labranza de Conservación.** Colegio de Postgraduados, Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. México.
24. SALINAS. G. R , 2000. **Efecto de Labranza en la Distribución de Carbono y Nutrientes.**
25. TASISTRO, A., 1989. **Selección de Herbicidas para el Cultivo de Maíz en el Sistema de Labranza de Conservación.** CIMMYT. México.
26. VIOLIC, A. D , 1989. **Labranza de Conservación en Maíz.** CIMMYT. México.