



26

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

"TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION AGRICOLA ACTUAL
LABRANZA DE CONSERVACION, UNA ALTERNATIVA PARA
AUMENTAR LA PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD EN EL
MUNICIPIO DE TEPOTZOTLÁN, EDO. MEX."

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
ORLANDO NIEVES POZOS

ASESOR: M. C. EDVINO J. VEGA ROJAS

284269

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México



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).

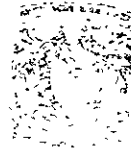
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición 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
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



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. Labranza de Conservación, una
Alternativa para aumentar la Producción y Productividad en el Municipio de Tepot-
ztlán, Edo. Méx.

que presenta el pasante: Orlando Nieves Pozo.

con número de cuenta 8317048-1 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 24 de Agosto de 1 2000

| MODULO | PROFESOR | FIRMA |
|------------|------------------------------------|----------------|
| <u>I</u> | <u>M.C. Edivino J. Vega Rojas.</u> | <u>[Firma]</u> |
| <u>I</u> | <u>L.A. Raúl Espinoza Sánchez</u> | <u>[Firma]</u> |
| <u>III</u> | <u>L.A. Carlos Gómez García.</u> | <u>[Firma]</u> |

INDICE

| | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCIÓN. | 1 |
| 2. OBJETIVOS. | 3 |
| 3. HIPÓTESIS | 4 |
| 4. REVISIÓN DE LITERATURA. | 5 |
| 4.1 Características generales del Municipio de Tepotzotlán. | 5 |
| 4.1.1 Localización Geográfica. | 5 |
| 4.1.2 Límites. | 5 |
| 4.1.3 Extensión territorial. | 6 |
| 4.1.4 División política. | 6 |
| 4.1.5 Topografía. | 6 |
| 4.1.6 Hidrografía. | 7 |
| 4.1.7 Clima. | 8 |
| 4.1.8 Flora. | 9 |
| 4.1.9 Fauna. | 10 |
| 4.1.10 Demografía. | 11 |
| 4.1.11 Economía. | 11 |
| 4.2 Antecedentes Históricos de Labranza de Conservación. | 12 |
| 4.3 Definición de Conceptos Relacionados con Sistemas de Labranza. | 14 |
| 4.4 Tipos de Labranza de Conservación. | 19 |
| 4.4.1 Antecedentes de labranza de conservación en México. | 21 |
| 4.5 Efecto de la Labranza en las Condiciones del Suelo. | 22 |
| 4.5.1 Efecto de la labranza en las propiedades físicas del suelo. | 22 |
| 4.5.1.1 Efecto de la labranza en la estructura del suelo. | 23 |
| 4.5.1.2 Porosidad. | 25 |
| 4.5.1.3 Infiltración y escorrentía. | 26 |
| 4.5.2 Efecto de la labranza en la erosión del suelo. | 27 |
| 4.5.3 Efecto de la labranza en el almacenamiento de agua. | 28 |
| 4.5.4 Efecto de la labranza en la temperatura del suelo. | 30 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.5.5 | Efecto de la labranza en las propiedades químicas del suelo. | 33 |
| 4.5.6 | Efecto de la labranza en la materia orgánica. | 36 |
| 4.5.7 | Efecto de la labranza en la disposición del nitrógeno. | 37 |
| 4.5.8 | Efecto de la labranza en la disponibilidad del fósforo. | 42 |
| 4.5.9 | Efecto de la labranza en la disponibilidad del potasio. | 44 |
| 4.5.10 | Efecto de la labranza en la disponibilidad del calcio y azufre. | 45 |
| 4.5.11 | Efectos de la labranza en los microorganismos del suelo. | 46 |
| 4.6 | Manejo de Malezas en Labranza de Conservación. | 52 |
| 4.6.1 | Métodos no químicos. | 52 |
| 4.6.2 | Control químico de malezas. | 55 |
| 4.6.2.1 | Clasificación de los herbicidas. | 55 |
| 4.6.2.2 | Principio de selectividad de los herbicidas. | 60 |
| 4.6.2.3 | Factores que afectan la persistencia de los herbicidas. | 64 |
| 4.6.2.4 | Selección de herbicidas para un programa de control de malezas. | 67 |
| 4.7 | Fertilización de Cultivos en Labranza de Conservación. | 73 |
| 4.7.1 | Aplicación de fertilizantes en labranza de conservación. | 74 |
| 4.8 | Maquinaria Útil en Labranza de Conservación. | 76 |
| 4.8.1 | Sembradora de cero labranza. | 77 |
| 4.8.2 | Aspersora. | 79 |
| 4.8.3 | Cosechadora. | 79 |
| 4.9 | Labranza de Conservación y Productividad. | 80 |
| 4.10 | Labranza de Conservación y los Rendimientos. | 81 |
| 4.11 | Costos de Producción en Labranza Tradicional Contra Labranza de Conservación. | 83 |
| 5. | PROPUESTA METODOLOGICA. | 87 |
| 5.1 | Requisitos para la Labranza de Conservación | 88 |
| 5.2 | Preparación de la Siembra | 89 |
| 5.3 | Maíz bajo el Sistema de Labranza de Tradicional. | 90 |
| 5.4 | Maíz bajo el Sistema de Labranza de Conservación. | 93 |
| 5.5 | Frijol Bajo el Sistema de Labranza de Tradicional. | 96 |
| 5.6 | Frijol Bajo el Sistema de Labranza de Conservación. | 99 |
| 5.7 | Beneficios Esperados. | 102 |
| 5.8 | Estrategias para la Transferencia del Sistema Labranza de Conservación. | 104 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 5.8.1 | Capacitación | 105 |
| 5.8.2 | Parcelas demostrativas. | 106 |
| 5.8.3 | Asesoría Técnica. | 107 |
| 5.8.4 | Divulgación. | 108 |
| 5.9 | Participación de Instituciones en la Transferencia de Tecnología. | 108 |
| 5.9.1 | FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura. | 108 |
| 5.9.2 | Banca participante. | 108 |
| 5.9.3 | Canalización de recursos a través de Programas Federales. | 109 |
| 6. | CONCLUSIONES. | 111 |
| 7. | BIBLIOGRAFÍA | 113 |

1. INTRODUCCIÓN.

La población humana creciente de México demanda cada día más alimentos, esto implica aumentar la productividad pero esta debe estar condicionada a desarrollarse dentro de un marco de conservación de los recursos naturales, particularmente el suelo y el agua. La labranza de conservación es un sistema que concilia los requisitos anteriores, permite sostener e incrementar la producción de cosechas conservando el suelo y el agua. Además de una reducción significativa en el gasto de energía y ahorro en la inversión del proceso productivo.

En México, la labranza de conservación es una tecnología necesaria, considerando que más del 60% de nuestro territorio sufre de un moderado a severo grado de desertificación por efectos de erosión.

La Labranza de Conservación es una alternativa hacia la cual productores de granos básicos se están orientando, considerando particularmente que ofrece grandes ventajas en la conservación de recursos y aún favoreciendo la rentabilidad de la agricultura.

En el presente trabajo se analiza la posibilidad de implementar el sistema "Labranza de Conservación" en la agricultura que se practica en el Municipio de Tepetzotlán bajo condiciones de temporal, ya que por sus características

orográficas, la mayor parte de la superficie presenta un relieve accidentado, que aunado a los regímenes de precipitación de alta energía erosiva y a una presión alta sobre el suelo con escasa vegetación se tiene una alta degradación de éste.

La degradación de suelos se debe fundamentalmente al desconocimiento del fenómeno erosivo y sus consecuencias y a la falta de prácticas de conservación en el proceso de producción. Entre estos aspectos cabe destacar el uso de prácticas equivocadas, como la siembra a favor de la pendiente, el sobrepastoreo, la mecanización excesiva y la aplicación limitada de insumos agrícolas que propician una incompleta nutrición vegetal y en consecuencia un escaso desarrollo y cobertura de la vegetación.

Se considera importante abordar el tema de cómo transferir la tecnología de labranza de conservación a los productores, con el fin de impulsar la conservación de recursos que permitan mejorar la productividad de los suelos.

2. OBJETIVOS.

- **Implementar el sistema “ Labranza de Conservación” en el Municipio de Tepetzotlán, con el fin de que la agricultura sea productiva, rentable y conserve el recurso suelo, haciendo el enfoque a los cultivos que se practican bajo condiciones de temporal.**
- **Proponer las formas de transferencia de la tecnología para que sea adoptada por los productores.**

3. HIPÓTESIS.

La Labranza de Conservación abate los costos de cultivo, incrementando la producción y favorece la conservación de los recursos suelo y agua; por tanto es mejor alternativa tecnológica comparada con la labranza tradicional.

4. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE TEPOTZOTLÁN.

4.1.1 Localización Geográfica.

El Municipio de Tepotzotlán está ubicado en el kilómetro 44.5 sobre la autopista México-Querétaro hacia la parte noroccidental del valle Cuautitlán- Texcoco.

La cabecera municipal Tepotzotlán tiene las siguientes coordenadas: 19°-42'-50" de latitud norte y a 99°-13'-24" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. (Tabla 1) y una altitud de 2250 msnm en la plaza principal de la cabecera municipal.

TABLA 1. Coordenadas del municipio de Tepotzotlán

| COORDENADAS | MINIMA | MAXIMA |
|-------------|-------------|--------------|
| Longitud | 99° 11' 44" | 99° 25' 18" |
| Latitud | 19° 38' 41' | 19° 47' 30" |
| Altitud | 2250 msnm * | 2950 msnm ** |

* Altitud de la plaza principal de Tepotzotlán.

** Altitud del Cerro Tres Cabezas.

4.1.2 Límites.

El municipio de Tepotzotlán limita al norte con el municipio de Tepeji de Ocampo, del Estado de Hidalgo y con el municipio de Huehuetoca; Al sur, con los poblados de Axotlán, Huilango y Santa María Tianguistengo, pertenecientes al municipio de Cuautitlán Izcalli, y con el municipio de

Nicolás Romero; al este con el municipio de Teoloyucan y Cuautitlán; al oeste con el municipio de Villa del Carbón.

4.1.3 Extensión territorial.

El municipio de Tepotzotlán, tiene una superficie de 208.3 Km. cuadrados, de ésta un 8.9 % corresponde al área urbana (1852.8 ha.) y un 91.1 % de área rural (19,030.26 ha.).

4.1.4 División política.

El municipio de Tepotzotlán está integrado por la cabecera municipal del mismo nombre, y por los pueblos; San Mateo Xóloc, Santa Cruz, Santiago Cuautlalpan, Cañada de Cisneros, San Miguel Cañadas, Las Cabañas y Los Dolores.

4.1.5 Topografía.

La topografía del municipio es muy irregular, por consiguiente encontramos diversas altitudes, y estas van desde los 2250 msnm, altura a la que se encuentra la plaza principal de la cabecera municipal y altitudes de hasta 2900 msnm en la sierra de Tepotzotlán.

El municipio cuenta con un vasto valle utilizado principalmente en la agricultura, éste pertenece al valle Cuautitlán-Texcoco. La mayor parte de la superficie son lomeríos, cañadas y montañas, esta última forma la Sierra de

Tepetzotlán y está enclavada en los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca, declarado parque ecológico estatal según Decreto de la Legislatura del Estado, publicado en la Gaceta del Gobierno, 26 de mayo de 1977.

4.1.6 Hidrografía.

El municipio cuenta con importantes recursos hidrológicos como la presa de La Concepción con 12,500,000 metros cúbicos de capacidad. De ésta se derivan el río Hondo de Tepetzotlán y el canal de la margen izquierda (zanja real), ambos siguen un curso de poniente a oriente y representan la principal fuente de irrigación para los pueblos de Santiago Cuautlalpan, Santa Cruz, San Mateo Xóloc, la cabecera municipal formada por los barrios de Capula, San Martín, Tlacateco y Texcacoa; también aprovechan el riego los vecinos del municipio de Cuautitlán Izcalli.

Otra fuente hidrológica de importancia es el río de Lanzarote, que tiene como origen el manantial del Ahuhuete Centenario que se localiza en el ejido de Cañadas de Cisneros, vecino del casco de la Ex-hacienda de San Nicolás Tolentino de Lanzarote.

También es importante el río que nace en el Pinal, municipio de Nicolás Romero, parte de sus aguas entran al municipio de Tepetzotlán y sirven para dar punta de riego a más de 2000 ha, alimenta a más de 50 bordos auxiliares

que sirven como abrevaderos y para la cría de peces en la comunidad de Los Dolores.

El municipio cuenta con una cadena de manantiales en las barrancas del Gavillero, estas aguas se pierden, ya que corren francas y desembocan en la presa de La Requena de Tepeji del Río, Hidalgo, éstas a la vez alimentan al río Tula, el que más adelante se convierte en el río Moctezuma, y éste en el Pánuco que descarga sus aguas en el Golfo de México.

Para el suministro de agua potable de algunas comunidades se han acondicionado algunos manantiales para bombearla a las partes más elevadas. Actualmente existen en el Municipio diez pozos profundos para el consumo de agua de uso doméstico e industrial; pero también el suministro se proporciona por medio del sistema de agua en bloque, dependientes de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS).

4.1.7 Clima.

El clima en el Municipio de acuerdo con el sistema de clasificación Koppen, modificado por Enriqueta García es C(w)(w), es decir templado húmedo con lluvias de verano (UNAM) 1970. Existen tres subtipos de clima dentro del Municipio, con base en los datos de la estación de la presa La Concepción y la estación meteorológica de Tepetzotlán, situada en el límite sur de la sierra de Tepetzotlán. Tabla 2.

Tabla 2. Normales climáticas, estación presa La Concepción.

| CONCEPTO | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | PROMEDIO |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| Temperatura máxima extrema (°C) | 30.0 | 29.0 | 31.0 | 28.0 | 31.0 | 29.8 |
| Temperatura media (°C) | 16.0 | 15.0 | 16.0 | 15.0 | 16.0 | 15.6 |
| Temperatura mínima Extrema (°C) | 3.6 | 3.1 | 3.2 | 3.4 | 3.4 | 3.3 |
| Precipitación total mm | 703.2 | 628.9 | 411.6 | 343.9 | 812.1 | 579.9 |

Fuente: Observatorio Meteorológico Nacional.

4.1.8 Flora.

La posición geográfica del Municipio de Tepetzotlán es favorable para contener una gran diversidad de vegetación, sin embargo, al paso del tiempo, esta rica y diversa vegetación se ha reducido considerablemente, a raíz de la expansión agrícola y urbana así como la tala inmoderada de las zonas boscosas; aunado a esto a los constantes incendios forestales accidentales o inducidos.

Los árboles que más abundan en el municipio son el encino, madroño, huizache, palo dulce, pirú, eucalipto, tepozán, entre otros (Neri, V.G. 1999).

Existe una población muy baja de árboles frutales, entre ellos el tejocote, membrillo, manzana, durazno, ciruelo, chabacano, pera, capulín, tuna, frambuesa y granada, principalmente.

Hay una gran variedad de arbustos y algunos tienen un aprovechamiento para uso medicinal y comestible por ejemplo: toronjil, marrubio, hierbabuena, manzanilla, romero, higuerrilla, albahaca, gordolobo, ruda, santamaría, sábila, té de milpa, chicalote, toloache, chía, calabaza, chayote, chilacayote, epazote, haba, huauzontle, verdolaga, malva , pericón, perejil etc. (Neri, V.G. 1999).

4.1.9 Fauna.

En los últimos años se ha reducido considerablemente la fauna silvestre a causa de la caza clandestina y los incendios forestales, hoy en día solo encontramos coyote, conejo, liebre, zorrillo, tlacuache, ardilla, tuza, rata de campo, y dentro de las aves existen águila , zopilote, gavilán, correcaminos, codorniz, gorrión, calandria entre otras.

Los reptiles que se encuentran en la región del municipio son: víbora de cascabel, víbora de agua , lagartija, camaleón, escorpión etc.

Dentro de la fauna acuática y anfibios están: rana, sapo, carpa común, carpa israelí, acocil, sanguijuela, etc.

Cabe mencionar que existen diversas especies domésticas, como el caballo, burro, vacunos, cabras, ovejas, perro, gato, ganso, cisne, patos, pavo real, paloma, gallina, faisán, canario, avestruz entre otros.

4.1.10 Demografía.

En el conteo de Población y Vivienda en el año de 1995, correspondiente al Estado de México, se reconoce una población de 54, 419 habitantes, de este total solo 14,921 ocupan el área rural, lo cual indica que la población económicamente activa en el sector rural es mínima.

Con el establecimiento de la industria en la década de los sesentas, se ha favorecido al crecimiento de la población y por otro lado, los siniestros ocurridos en el Distrito Federal han propiciado a la inmigración de este Municipio.

4.1.11 Economía.

Las actividades más importantes en este Municipio son la producción agropecuaria, el comercio y el turismo, siendo estos dos últimos los que representan los mayores ingresos económicos que sustentan al municipio. La agricultura está basada en la producción de maíz y algunos cultivos forrajeros (alfalfas, praderas, cebadas y avenas).

El total de la superficie dedicada a la agricultura es de 3,139.5 ha, de estas aproximadamente el 50% se establecen cultivos con punta de riego (principalmente maíz y alfalfa) y el resto corresponde a siembras bajo condiciones de temporal mismas que son ocupadas por el maíz y avena forrajera y frijol.

Las características principales de la agricultura en este municipio destacan el bajo nivel tecnológico empleado para la producción, y bajos rendimientos; sin embargo los problemas más graves que se observan son la erosión y la baja fertilidad de los suelos mismos que son propiciados por las condiciones del terreno ya que la mayoría corresponden a lomeríos y laderas.

4.2 Antecedentes Históricos de Labranza de Conservación.

Al inicio, en que el hombre se hiciera sedentario, y con ello iniciara a practicar la agricultura, este sistema de producción era sin duda de cero labranza.

Los españoles introdujeron a América el machete y el azadón, herramientas que permitieron mejorar el sistema de control de maleza que hasta entonces, se arrancaba manualmente. En muchas regiones de México, Centroamérica y en partes de América del Sur, los campesinos tradicionales siguen usando el azadón y el machete, como única forma de preparar el terreno para la siembra. Simplemente cortan la vegetación al ras del suelo, la dejan dispersa para después sembrar maíz, sembrando con espeque o coa (palo agudo de madera) a través del mantillo.

La cama de siembra preparada con esta herramienta, consiste en un agujero de 10 a 15 centímetros de profundidad. Una vez depositada la semilla en el hoyo, ésta se tapa con un poco de tierra ó bien se deja al descubierto, actuando la cavidad como una pequeña cámara húmeda de germinación.

La introducción en América de animales de tiro, implementos de metal y arado de madera, incrementó la capacidad del hombre para producir maíz y otros alimentos, sin embargo, pasaron unos 300 años, hasta que en Estados Unidos, Thomas Jefferson desarrollara la fórmula matemática que dio origen al arado de doble vertedera, que fue patentado en 1776 por Newbold, y en 1837 John Deere lo perfeccionó e inició su producción en el ámbito comercial. El arado de vertedera ha sido utilizado para controlar la maleza, incorporar fertilizantes y preparar la cama de siembra.

Desde la invención del arado, se ha justificado la preparación del suelo sobre la base de una serie de razones no del todo comprobadas científicamente, lo que motivó a Edward Faulkner a publicar en 1943 en los Estados Unidos, su libro titulado "Plowman's Folly" (Locura del arador), en el cual afirmó que nunca nadie ha presentado una razón científica que justifique arar el suelo.

Las bases científicas, del sistema cero labranza como alternativa de la labranza convencional, surgieron en la década de 1940 con el descubrimiento de los herbicidas hormonales, que permitieron a los agricultores controlar la maleza de hoja ancha sin recurrir a las cultivadoras.

A estos compuestos derivados del ácido fenoxiacético se sumaron otros herbicidas como las atrazinas, de efecto residual, las que en la década de los años 1950-1960 revolucionaron la producción de maíz.

Pocos años después, la síntesis de herbicidas desecantes como el paraquat, ampliaron la base química de la agricultura de labranza reducida o labranza cero o de conservación.

El Centro de Información de la Labranza de Conservación de los EE.UU., califica como Sistema de Labranza de Conservación al que debe permitir que, después de la siembra, no menos del 30% de la superficie del suelo debe quedar cubierta con residuos vegetales, que constituyen el mantillo.

4.3 Definición de Conceptos Relacionados con Sistemas de Labranza.

A continuación se presenta algunas definiciones relacionadas con los sistemas de labranza citados por Figueroa, 1999.

- **LABRANZA.** La “labranza” o preparación del terreno se refiere a cualquier manipulación mecánica del suelo que altere la estructura y/o resistencia del mismo con el objetivo de proporcionar y mantener en el suelo las condiciones óptimas para la germinación y desarrollo de las plantas.
- **LABRANZA PRIMARIA.** Es aquella que remueve y muelle el suelo para reducir la compactación, y para enterrar o mezclar materiales vegetales y fertilizantes en la capa labrada. La labranza primaria es más agresiva y profunda y permite una mayor rugosidad superficial en comparación con la labranza secundaria. Algunos implementos utilizados en la labranza

primaria son: arado de vertedera, arado de cincel, arado de discos, subsoleador y rastra de discos.

- **LABRANZA SECUNDARIA.** La labranza que remueve el suelo a una profundidad menor que la labranza primaria, proporciona pulverización adicional y nivelación incrementando la porosidad, resultando en mayores tasas de infiltración y aeración. El subsiguiente tráfico y fenómenos naturales como la lluvia, viento e insolación tienden a recompactar el suelo hasta cierto equilibrio, según la historia y tipo de suelo.
- **CAMA DE SIEMBRA.** Es aquella capa de suelo que ha sido laboreada para producir una condición que promueva la germinación, la emergencia y el crecimiento de plántulas y elimina malezas. La preparación definitiva de la cama de siembra es la operación final de la labranza secundaria. Los implementos utilizados pueden ser: rastra de discos, rastra de picos, cultivadora, azadones rotatorios, rototiler y niveladoras.
- **OPERACIONES DE CULTIVO.** Es lo que se conoce como labranza de cultivo y corresponde a una labranza superficial de post-siembra cuyo propósito fundamental es ayudar al cultivo mediante el aflojamiento del suelo y /o erradicación mecánica de vegetación indeseable. Para este tipo de labranza se utilizan con frecuencia las cultivadoras de hileras, azadones rotatorios y rototiler.
- **LABRANZA POST-COSECHA.** Es aquella que ocurre después de la cosecha del cultivo y antes de la labranza primaria con la finalidad de incorporar o colocar los residuos en la superficie del suelo, conservar

humedad, controlar malezas y /o plagas del suelo. Para este tipo de labranza se utiliza con frecuencia las chaponeadoras, las rastras, los azadones rotatorios y las cultivadoras.

Otra forma de clasificación de las operaciones de labranza se basa en la combinación de implementos utilizados y época de realización. Estas combinaciones o secuencia de labores constituyen un sistema de labranza. En lo referente a sistemas de labranza, se consideran los siguientes:

- **LABRANZA CONVENCIONAL.** Se refiere a las operaciones combinadas de labranza primaria y secundaria que normalmente se desarrollan en la preparación de la cama de siembra para un área y cultivo dado. En la labranza convencional el suelo se rompe con una serie de implementos primarios diseñados para producir fragmentos de agregados y terrones de diversos tamaños. Esta preparación del suelo se completa con operaciones de labranza secundaria para pulverizar y homogeneizar la superficie del suelo, formando la cama de siembra.
- **LABRANZA MINIMA.** Comprende la manipulación necesaria para la producción de cultivos o para reunir los requerimientos mínimos de labranza bajo determinadas condiciones de suelo.
- **LABRANZA CERO O NO-LABRANZA.** Procedimiento mediante el cual, la siembra se hace directamente y esencialmente en camas de siembra no preparadas.

- **LABRANZA ÓPTIMA.** Es un sistema idealizado que permite un retorno de ganancia máxima para un cultivo dado bajo determinadas condiciones.
- **LABRANZA REDUCIDA.** Sistema en el cual las operaciones de labranza primaria son modificadas conjuntamente con procedimientos especiales de siembra de tal manera que se reduzcan las operaciones de labranza secundaria.
- **LABRANZA EN FRANJAS.** Es un sistema en el cual solamente son laboreadas franjas aisladas del suelo.
- **LABRANZA DE CONSERVACIÓN.** Es un sistema en el cual los residuos de cosecha son retenidos en o la superficie del suelo, con el objeto de controlar la erosión y lograr buenas relaciones suelo-agua. Sin embargo, para ser más precisos, este sistema se considera cuando se adiciona al suelo un 30% de residuos de la cosecha anterior, con lo cual se logra reducir hasta en un 50% la erosión del suelo con relación a un suelo sin cubierta de residuo en la superficie.

En la tabla número 3 se presenta algunas características de los principales sistemas de labranza.

Tabla 3. Principales sistemas de labranza.

| SISTEMA | PROCEDIMIENTO GENERAL | COMENTARIOS |
|--|--|---|
| LABRANZA CONVENCIONAL | | |
| 1. Convencional | Se disturba el suelo mediante el arado por lo menos 25 cm, seguido de operaciones secundarias para preparar la cama de siembra (discos, picos, etc.). | Se produce una superficie del suelo finamente dividida, desnuda y uniforme. Existen muchas variaciones incluyendo los arados rotatorios. |
| LABRANZA REDUCIDA (MINIMA) | | |
| 2. Con cinceles | Se disturba el suelo usando cinceles que varían de 10 a 25 cm en profundidad de trabajo. Se puede reducir la labranza secundaria en comparación con 1. | Es más rápido que 1, especialmente cuando se trabaja una profundidad somera; permanece más residuo orgánico en la superficie, la cual continúa estando desnuda. |
| 3. Sistemas de 1 o 2 pasos. | Se usa el mismo equipo que en 1, pero se combinan uno o más de los implementos en secuencia detrás de un mismo tractor. | Reducción de la mano de obra, efectos comparables con 1 pero alcanzados con mayor rapidez. |
| 4. Siembra directa. | La semilla se siembra con equipo especial en un suelo no laboreado en el que se ha matado la vegetación existente con herbicida. Se puede remover el residuo mediante quema u otros procedimientos, antes de la siembra. Una rastra ligera se puede incluir después de la siembra. | Si se remueven los residuos orgánicos la superficie del suelo queda en condición comparable a la del cultivo anterior. Es un procedimiento más rápido. |
| LABRANZA DE CONSERVACIÓN | | |
| 5. Cobertura de residuos. | Se dejan los residuos en la superficie del suelo; el suelo se mezcla o corta por debajo de la superficie del mismo. No existe inversión de suelo. | Se deja una cobertura de residuos en la superficie del suelo. |
| 6. Labranza en franjas. | Labranza utilizando "azadas" (cinceles con punta de pata de ganso) o arados rotatorios, limitada a las hileras en donde se va a sembrar el cultivo. | Se deja la cobertura de residuos entre las hileras. |
| 7. Siembra directa sobre residuos vegetales dejados <i>in situ</i>. | Similar a 4 excepto que los residuos vegetales permanecen en la superficie del terreno y no hay uso de rastras subsecuentes. | Cobertura de residuos vegetales permanente en la superficie del suelo. |

FUENTE: Figueroa S. B. 1999.

En los sistemas de labranza de conservación y en especial con la labranza cero, el suelo se prepara al mínimo sólo para enterrar la semilla, los residuos vegetales no se incorporan y se quedan sobre la superficie, cubriendo al suelo como un mantillo. Debido a que no hay labranza, el suelo conserva su estructura nativa, sea buena o mala para el crecimiento de un cultivo en particular. El espacio poroso y su continuidad se mantienen intactos. Los residuos vegetales cubren el suelo disminuyendo la insolación, el impacto de la lluvia, la evaporación y la compactación.

4.4 Tipos de Labranza de Conservación.

La labranza de conservación es un sistema de laboreo y siembra que mantiene por lo menos un 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos después de la siembra. La cobertura de residuos puede provenir de un cultivo forrajero, de cereales o un cultivo en hilera. La labranza reducida es una forma no definida de labranza de conservación en el que se alcancen los requerimientos de un 30% de cobertura, por esta razón es más bien una combinación de labranza de coberteras y labranza en franjas.

En la no-labranza, no se disturba hasta antes de la siembra. La siembra se realiza en una cama de siembra no mayor de 7 cm de ancho. El control de malezas se realiza mediante métodos no mecánicos, principalmente con el uso de herbicidas.

La labranza en camellones deja al suelo sin disturbio al suelo hasta antes de la siembra. Se laborea aproximadamente un tercio de la superficie del terreno en el momento de la siembra utilizando escardillas o removedores de residuos. La siembra se hace en bordos o camellones con una altura de entre 10 y 15 cm por sobre la parte media de los surcos. El control de malezas se realiza con una combinación de escardas y herbicidas. Las labores de cultivo se utilizan para reconstruir los bordos.

En la labranza en franjas el suelo se deja sin laborear hasta antes de la siembra. Al momento de sembrar se disturba aproximadamente un tercio de la superficie del terreno. La labranza se realiza con arado rotatorio, un cincel en el surco de siembra o en una escardilla. El control de malezas se realiza mediante una combinación de escardas y el uso de herbicidas.

TABLA 4. Tipos de labranza de conservación.

| Tipos de labranza de conservación | Operación de la cosecha-siembra | Anchura de disturbio | Método de control de malezas |
|--|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| No-labranza | Ninguno | 2-7 cm. | Herbicidas |
| Labranza de camellones | Ninguno | 1/3 del área | Combinación |
| Labranza en franjas | Ninguno | 1/3 del área | Combinación |
| Labranza de coberteras | Anchura total | Toda el área | Combinación |

FUENTE: Figueroa S. B. 1999.

La labranza de coberteras, en este caso se laborea la superficie total del suelo antes de la siembra. Se utilizan cinceles con puntas en V del tipo de pata de

ganso (cincel de azadas). El control de maleza se logra mediante una combinación en el uso de escardas y herbicidas. (Tabla 4.)

4.4.1 Antecedentes de labranza de conservación en México.

Desde la década de los setentas, algunas instituciones de enseñanza superior de investigación y algunos productores innovadores han realizado pruebas sobre este sistema, muchas de estas con éxito, sin embargo no se han difundido ampliamente.

En 1975, el CIMMYT en México, (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y el Trigo), introdujo en el programa de adiestramiento internacional para investigadores en maíz, la investigación de la labranza de conservación, y hasta diciembre de 1989 habían capacitado a 53 técnicos mexicanos.

En 1979, FIRA (Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura), inició el adiestramiento de algunos de sus técnicos en el sistema de labranza de conservación, auxiliado por el CIMMYT. Para el año de 1983, esta institución contaba con 19 técnicos capacitados en el sistema y distribuidos en lugares estratégicos, con la consigna de promover el sistema y establecer parcelas demostrativas y de esta forma convencer a los productores de las ventajas de este sistema de producción.

Ante el encarecimiento constante de los costos de cultivo en México, los granos básicos principalmente, se han visto afectados en su rentabilidad, los productores dedicados a estos cultivos han disminuido sus posibilidades de capitalización; México hoy en día tiene la necesidad de importar grandes cantidades de alimentos, especialmente granos como el maíz, y con esto, México ocupa el tercer lugar como importador de este grano en el ámbito mundial en el año 2000. Además, debemos mencionar que nuestros ecosistemas se han venido deteriorando considerablemente.

Por esto FIRA incrementó a partir de 1987, sus acciones para promover el sistema de labranza de conservación en todo el país, sistema que va teniendo buena aceptación por parte de los productores, ya que involucra en un solo proceso, mayor producción, productividad y conservación del recurso natural, con una considerable disminución de la contaminación.

4.5 Efecto de la Labranza en las Condiciones del Suelo.

4.5.1 Efecto de la labranza en las propiedades físicas del suelo.

A continuación, se mencionarán los cambios producidos en el suelo por el uso de sistemas de labranza de conservación, haciendo énfasis en los aspectos más importantes.

4.5.1.1 Efecto de la labranza en la estructura del suelo.

La estructura del suelo original se desarrolló bajo la vegetación que crecía en la zona, hayan sido árboles, arbustos o pastos. En estas condiciones, el desarrollo de la estructura del suelo implica entre otros fenómenos:

- El que las raíces en forma repetida crece en los canales dejados por las antiguas raíces muertas.
- Que el agua, en forma natural tiende a seguir también estos canales.
- Que las partículas finas del suelo tiendan a moverse y depositarse en estos conductos.

En estas condiciones, la velocidad de infiltración en los suelos es normalmente más elevada que en los mismos suelos cultivados.

El uso del arado en estas condiciones tiene siempre un efecto dañino en el sistema estructural, por el corte y cierre de los conductos efectuado periódicamente y en forma repetida. Mientras mejor sea hecho el barbecho, normalmente más alto será su efecto en el movimiento del agua en el perfil.

El resultado visible de estas operaciones es el de retardar el drenaje superficial de los suelos hacia el subsuelo si se ha formado un piso de arado, éste estará saturado y con una capa de agua libre en su superficie.

Además de este efecto existen otros, como son:

- **La zona arada de los suelos barbechados se presenta más húmeda que en los suelos en labranza de conservación a la misma profundidad, durante y después de una lluvia.**
- **La evaporación en un suelo barbechado será más alta al comienzo, debido a que en la primera fase del fenómeno de evaporación se mantendrá por un periodo de tiempo más prolongado.**
- **El subsuelo no recibirá tanta agua como en un suelo bien estructurado y con labranza de conservación.**
- **Como resultado de estas acciones , el agua presente en la capa arable variará mucho más que el contenido de agua a una profundidad similar en un suelo no barbechado.**
- **Esta variabilidad en el contenido de agua tiene un efecto de los nutrimentos, en forma particular de su difusión y lixiviación.**

La degradación estructural implica la alteración de un estado estructural inicial. Existe un cuerpo de evidencias substancial para mostrar que la estabilidad de los agregados se reduce cuando se trabajan los suelos en forma repetida o se mueven cuando están húmedos, como es el caso de las cosechas de cultivos de raíz.

En términos de manejo del suelo, por lo tanto, ha sido demostrado que el laboreo persistente (varios años, o varias veces en un año) es estructuralmente muy dañino para los suelos. Este daño se manifiesta como costras superficiales , grandes terrones en la cama de siembra, germinación y emergencia pobres . Este fenómeno se acelera cuando se laboran los suelos cerca de su límite plástico, o son perturbados mecánicamente por la acción de las gotas de lluvia.

4.5.1.2 Porosidad.

El interés en la continuidad de los poros ha sido estimulado en los últimos años por una mejor comprensión de que el flujo del agua preferido, a través de poros continuos verticales, redistribuye el agua a mayores profundidades del suelo que lo predicho por las teorías convencionales, y que opera en la naturaleza más frecuentemente de lo anteriormente esperado. La mayor parte de la degradación estructural de los suelos arables se relaciona con la interrupción de la continuidad de la transmisión de los poros.

Los poros de tamaño grande (de más de 500 micras de diámetro) se desarrollan en forma natural por los procesos de intemperización, como el hincharse y encogerse de los suelos vertisoles, la actividad de la macro fauna, como también el efecto de las raíces. Estos procesos son, sin embargo, relativamente lentos, con periodos de años, mientras que muchas de las acciones de la labranza y el tráfico alteran la estructura en forma instantánea.

4.5.1.3 Infiltración y escorrentía.

La infiltración y la escorrentía son importantes debido a que influyen en la cantidad de agua potencial disponible para el crecimiento de las plantas, y por que la escorrentía es la fuerza más importante detrás de la erosión. Cuando comienzan las lluvias, especialmente si el suelo está seco, la velocidad potencial de infiltración del suelo por lo general excede a la cantidad de lluvia, conduciendo a una cantidad de infiltración igual a la cantidad de lluvia.

El potencial de velocidad de infiltración del suelo es menor mientras más húmedo esté. Se reduce por la presencia de capas superficiales limitantes que pueden consistir en capas de textura más fina (conductividad de saturación menores) o de textura más gruesa (conductividad no saturada menor); y es reducida en forma importante por la formación de costras. (Kocher F. 1990).

Existen varios ejemplos en los que la conductividad hidráulica ha disminuido a niveles de succión bajos tanto en la capa cultivada, como por debajo, como resultado de labranzas continuas a largo plazo.

Se han reportado conductividades hidráulicas de saturación menores en el suelo superficial y una mayor tendencia a dispararse, después de seis años de labranza convencional comparada con siembra directa. Hubo menos agua disponible en los suelos de labranza de convencional, si bien es cierto que

esto fue atribuido a una mayor evaporación asociada con una infiltración menor y más lenta, en vez de una escorrentía mayor. En un suelo negro (vertisol), solo un año de no-labranza fue suficiente para reducir en forma substancial la escorrentía relativa a labranza convencional, efecto asociado con una densidad aparente menor y más poros de transmisión en la no-labranza. (Kocher F. 1990).

4.5.2 Efecto de la labranza en la erosión del suelo.

Uno de los beneficios que le adjudican a la labranza primaria es la reducción de la erosión, ya que, el hecho de crear terrones con la aradura disminuye la posibilidad de que el viento se lleve las partículas del suelo o que la lluvia provoque arrastres considerables. Lo anterior, es relativo, pues el terrón no puede permanecer mucho tiempo en este estado, ya sea por efecto de la intemperie o por la necesidad de efectuar labores secundarias o complementarias. Con la labranza de conservación se puede controlar la erosión hasta en un 95 %, dependiendo de la cantidad de mantillo presente en el suelo, de la pendiente, textura y factores climáticos (González, R. 1996).

Diversos estudios, indican que un suelo factible de erosionarse, utilizando la labranza de conservación controla significativamente mejor la erosión que la labranza convencional.

Uno de los méritos más importantes de la agricultura con labranza de conservación consiste en su potencial de reducir las pérdidas debidas a la erosión. Si se reduce la erosión también habrá menores pérdidas de nitrógeno por erosión del suelo. Se han encontrado que las pérdidas de nitrógeno total e inorgánico solo constituyen una pequeña fracción de lo que se pierde en la labranza convencional. Se puede decir seguramente, que las pérdidas de nitrógeno por erosión son mucho menores en los sistemas de labranza de conservación que en un sistema convencional (Kocher, F. 1990).

La conservación del suelo es prioritaria en todo el mundo y en México, algunos autores aseguran que el 80% de la superficie total del país presenta erosión entre severa y muy severa, lo que ocasiona un deterioro constante de nuestro rendimiento y una disminución paulatina de nuestra tierra aprovechable; los ejemplos más representativos se tienen en los estados de Tlaxcala, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, México, Hidalgo, Durango, Tamaulipas y Coahuila. El arrastre de la capa superficial del suelo por el viento y la lluvia es algo que el agricultor no podrá reponer (González, R. 1996).

4.5.3 Efecto de la labranza en el almacenamiento de agua.

En general, la labranza es una de las maneras en que se puede incrementar la captación de agua en un suelo debido a que la misma produce un incremento en la porosidad del suelo y por consiguiente en la capacidad de

almacenamiento del mismo. La labranza de conservación por el contrario puede producir incrementos en la captación y disponibilidad del agua del suelo debido a las tasas de infiltración más altas que ocurren bajo este sistema, a los cambios en la curva característica del suelo que van asociadas al mismo y a la disminución en la tasa de evaporación debido a la presencia de un mantillo de residuos (Figuroa, S. B. 1999).

Los estudios citados por Figuroa (1999), indican que la humedad promedio durante el ciclo de cultivo de maíz en todos ellos con excepción del Xerosol, fue mayor para el sistema de labranza de conservación que para el de labranza convencional (Tabla 5).

Tabla 5. Humedad promedio durante el ciclo de cultivo de maíz, con labranza cero y labranza convencional, de varios estudios en México.

| % DE HUMEDAD | | |
|--------------------|---------------|-----------------------|
| UNIDADES DE SUELOS | LABRANZA CERO | LABRANZA CONVENCIONAL |
| Phaeozem háplico | 35.19 | 31.45 |
| Xerosol | 12.27 | 16.86 |
| Regosol | 8.86 | 8.27 |
| Fluvisol | 8.55 | 6.97 |

FUENTE: Figuroa, S. B. 1999.

En la mayoría de los suelos del país, debido a una estructura pobre, se pierde hasta el 30% de agua de las lluvias anuales por el escurrimiento ocasionado por las tasas de infiltración menores a las de la lluvia que ocurre en estos suelos.

En el sistema de labranza de conservación, los residuos que permanecen sobre el suelo interceptan las gotas de lluvia impidiendo que estas peguen directamente sobre el suelo; además, las gotas grandes, al pegar sobre el residuo se fraccionan en pequeñas gotas que caen sin ocasionar una compactación del suelo y se infiltran con mayor facilidad (González, R. L. 1996).

4.5.4 Efecto de la labranza en la temperatura del suelo.

En forma directa, el crecimiento de las plantas está afectado por la temperatura del suelo a través de la germinación, emergencia, crecimiento radicular y absorción de nutrientes; y en forma indirecta a través de su efecto en el agua del suelo, aireación, estructura del suelo, disponibilidad de nutrientes y descomposición de los residuos vegetales. A menudo la temperatura del suelo es un factor determinante en la producción, de tal manera que muchos cultivos no pueden crecer al menos que se almacenen temperaturas por arriba de un nivel mínimo. Para cambiar el régimen de temperatura del suelo se han implementado varias prácticas incluyendo la labranza. Los sistemas de labranza tienen un efecto diferente sobre el régimen de temperatura del suelo, debido a que dejan diferentes cantidades de residuos sobre la superficie del mismo o afectan algunas propiedades físicas del suelo tales como la porosidad y contenido de humedad. (Figueroa, S. B. 1999).

El mantillo superficial afecta la temperatura del suelo afectando el albedo (reflexión) de su superficie; generalmente siendo ésta de color más claro que el suelo, la radiación es reflejada sin afectar al suelo mismo y actuando como aislante, debido a que generalmente está lleno de aire, por lo que el calor producido por los rayos solares no llega al suelo, El efecto neto de estas acciones es que durante el día las temperaturas en los sistemas de labranza de conservación tienden a ser más bajas que en los suelos arados.

Como el contenido de agua generalmente es más alto en los suelos con sistemas de labranza de conservación, y el calor requerido para calentar un suelo húmedo es mucho mayor que el requerido para calentar un suelo más seco, el contenido de agua relativa también afectará la temperatura de éste. Este fenómeno se notará mucho más mientras no haya cerrado el follaje del cultivo. Este último punto sirve para acentuar la necesidad de una buena distribución espacial y buena población de los cultivos, situación que se incrementa cuando se comienza a utilizar equipos de siembra de alta precisión (Kocher, F. 1990).

El efecto de la labranza de conservación en la temperatura del suelo en las noches es lo opuesto a lo que sucede en el día. Como el mantillo sirve como un aislante, se reduce la radiación a la atmósfera. De ahí que las temperaturas mínimas del suelo en las mañanas sean más altas en las condiciones de labranza de conservación que en un sistema convencional.

La tolerancia de las temperaturas tanto en su nivel bajo como alto son críticas para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Las temperaturas de la planta, aire y el suelo están relacionadas, pero varían en forma independiente debido a los factores de insolación, conducción, radiación, evaporación y aislamiento.

La labranza tiene muy poco efecto en la temperatura del aire sobre el cultivo, pero sí afecta al microclima cercano a la superficie del suelo y la superficie misma (Kocher, F. 1990).

El mantillo y la mayor humedad del suelo no labrado, sirven tanto para aislar la superficie del suelo como para aumentar la cantidad de energía necesaria para elevar su temperatura. Los suelos no labrados se calientan menos que un suelo preparado con labranza primaria, durante el día y se enfrían más lentamente durante la noche. En los climas tropicales o en los veranos de los climas templados, las temperaturas superficiales de los suelos desnudos y labrados pueden alcanzar los 50° C; suficientes como para dañar las plántulas y afectar el desarrollo y crecimiento. En estos casos el efecto aislante del mantillo ayuda a bajar las temperaturas del suelo, protegiendo a las plantas de ser dañadas por el exceso de calor.

4.5.5 Efecto de la labranza en las propiedades químicas del suelo.

Se pueden dividir a los nutrientes del suelo en dos grandes grupos dependiendo de su uso por la planta: macro nutrientes y micro nutrientes. Los macro nutrientes son aquellos que la planta usa en grandes proporciones e incluyen el hidrógeno, carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. El micro nutriente solo se utiliza en cantidades pequeñas por la planta e incluye varios elementos químicos, entre ellos el hierro, cobre, molibdeno y zinc. El crecimiento de la planta depende del balance correcto de estos nutrientes. Limitaciones al crecimiento de las plantas pueden ocurrir si alguno de los nutrientes individuales no está presente en el suelo o están presentes en cantidades muy reducidas o en demasía (Figuroa, S. B. 1999).

Los nutrientes para las plantas se presentan en tres formas principales en el suelo:

- 1. Como iones retenidos dentro de las partículas minerales.**
- 2. Como iones adsorbidos en la superficie de los coloides.**
- 3. Como iones en solución en el agua del suelo.**

Durante el intemperismo de los minerales del suelo hay liberación de iones y formación de partículas pequeñas (coloides) que tienen cargas eléctricas en su superficie. En estas partículas se forma una nube de iones alrededor de las mismas, aquellos iones con carga positiva (cationes), como el calcio,

magnesio y potasio se atraen a las cargas negativas de los coloides , los iones con carga negativa, (aniones) que incluyen a los fosfatos, cloruros y sulfatos, se atraen a las cargas positivas de los coloides.

De los tres tipos de retención de nutrientes mencionados, aquellos en solución son los más fácilmente disponibles a las plantas. Las arcillas tienen una importancia especial en el estado nutrimental del suelo. Las arcillas del tipo caolínítico tienen una carga superficial muy pequeña y solo absorben una cantidad limitada de nutrientes. Arcillas del tipo de la montmorillonita tienen un gran número de cargas superficiales y pueden retener muchos nutrientes en su superficie. Existe un tercer tipo de arcillas que son una mezcla de los dos anteriores y que se denominan arcillas interestratificadas, éstas incluyen a la moscovita y a la hilita (Figueroa, S. B. 1999).

La disponibilidad de un nutriente en el suelo depende no solo de su naturaleza física y química sino también de la capacidad de la planta para tomarlo a través de su sistema radicular. Los nutrientes móviles son relativamente solubles y débilmente adsorbidos por la arcilla o la materia orgánica. Esta movilidad implica el flujo del nutriente en la dirección neta del movimiento del agua en el suelo. Esta categoría, la forma nítrica del nitrógeno y el azufre como sulfato, se comportan como nutrientes móviles en el suelo.

Dentro de los nutrientes inmóviles se consideran a las formas adsorbidas del fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio intercambiables y el amonio, aunque éste último solo temporalmente debido a su oxidación biológica a nitrato. Los nutrientes más inmóviles son aquellos que reaccionan en el suelo para formar productos cuya solubilidad es menor que la del material fertilizante (Figuroa, S. B. 1999).

La zona de adsorción radicular del suelo está entonces dividida por estos extremos de movilidad de los nutrientes. En primer lugar se encuentra la zona del suelo que contiene la mayor parte del sistema radicular y que se denomina zona de adsorción del sistema radicular, en esta zona las raíces toman los nutrientes móviles. La segunda zona de adsorción incluye el volumen de suelo adyacente a cada raíz en los que el sistema radical obtiene los nutrientes relativamente inmóviles. Este volumen se denomina zona de adsorción de la superficie radicular (Figuroa, S. B. 1999).

Como los nutrientes móviles pueden ser removidos de la zona de adsorción del sistema radicular, su distribución especial es de poca importancia en su toma por la planta. Para los nutrientes inmóviles, en donde la difusión y el intercambio de contacto son procesos importantes en su adsorción, existe una alta disponibilidad sola en el área en contacto directo con las raíces, por lo que dicha disponibilidad disminuye a medida que el nutriente está más alejado de la superficie radicular.

A continuación se mencionará la forma en que la labranza afecta el contenido de la materia orgánica, la estratificación de los nutrientes y el pH del suelo.

4.5.6 Efecto de la labranza en la materia orgánica.

La labranza de conservación incrementa el contenido de materia orgánica en la superficie del suelo, debido a que evita la erosión y a que induce modificaciones grandes en los procesos químicos y bioquímicos del suelo. Además del incremento en el contenido de carbono orgánico en la superficie del suelo en la labranza de conservación, existe una mayor actividad biológica (Figueroa, S. B. 1999).

Las operaciones de arar y otras operaciones de labranza aumentan la velocidad de descomposición de la materia orgánica. De modo, que no es sorpresa que los suelos que han estado varios años en labranza de conservación tengan niveles de materia orgánica más altos. También hay un cambio en la distribución de la materia orgánica, con concentraciones más altas en los primeros 5 centímetros de la superficie. La concentración de materia orgánica en el suelo, no solo afecta las propiedades de este que son difíciles de medir, como la friabilidad, estructura y apariencia, sino que también afecta en forma directa la nutrición de las plantas por los nutrimentos que la constituyen. Los nutrientes más importantes en este caso son: nitrógeno, azufre, potasio y el zinc (Kocher, F. 1990).

Sin duda alguna, a largo plazo los cambios en la materia orgánica del suelo resultan en un suelo más fértil con labranza de conservación que los manejados solamente con labranza convencional.

La materia orgánica del suelo aumenta si se incrementan los niveles de fertilización nitrogenada, tanto en suelos encalados como los no encalados, siendo un poco más alta en los no encalados debido a una menor actividad microbiana por haber un pH más bajo.

El aumento en el contenido de la materia orgánica en la superficie más el mantillo en descomposición da como resultado una zona del suelo que contiene más humedad, más microorganismos y más actividad de éstos (Kocher, F. 1990).

4.5.7 Efecto de la labranza en la disposición del nitrógeno.

El efecto de la labranza sobre el rendimiento del maíz y su respuesta a la fertilización es muy variada y en ocasiones contradictoria. En algunos casos se han reportado mayores rendimientos de grano bajo no-labranza comparada con los de la labranza convencional a diferentes niveles de fertilización. Estas diferencias se pueden explicar si se toma en cuenta los procesos del nitrógeno en el suelo. Las transformaciones básicas de nitrógeno en el suelo incluyen la mineralización e inmovilización del nitrógeno, la nitrificación, la

desnitrificación, la lixiviación de los nitratos, la volatilización del amoníaco y la fertilización nitrogenada (Figueroa, S. B. 1999).

Debido al incremento en el perfil del suelo de la materia orgánica bajo no-labranza se tiene un potencial de inmovilización del nitrógeno mayor en este sistema. Como consecuencia de la estratificación de la materia orgánica la inmovilización del nitrógeno ocurre principalmente en la superficie del suelo y coincide con la mayor actividad microbiana reportada en la superficie de los suelos bajo no-labranza. Es posible que la toma de nutrientes por la planta esté afectada en los estados iniciales de crecimiento debido a la reducción del nitrógeno rápidamente disponible. Sin embargo la respuesta del maíz a la inmovilización del nitrógeno depende de la fuente del nitrógeno. Cuando el residuo anterior es una leguminosa las fuentes del nitrógeno se comportan igual y no existen diferencias en el rendimiento, lo que resalta el papel de la relación C/N en la mineralización de los residuos vegetales y la disponibilidad del nitrógeno bajo no-labranza (Figueroa, S. B.1999).

La disminución en la disponibilidad del nitrógeno en la no-labranza está asociada a la descomposición más lenta de los residuos acumulados en la superficie que ocurre bajo este sistema en comparación con la labranza convencional. Con el transcurso de los años bajo el sistema de labranza de conservación se logra un nuevo equilibrio en las relaciones de mineralización e inmovilización del nitrógeno en el suelo, que iguala la disponibilidad del

nitrógeno bajo labranza de conservación con aquella observada en sistemas de labranza convencional lo que evitaría la necesidad de seguir la recomendación de aplicar mayores cantidades de fertilizante nitrogenado bajo labranza cero debido a la baja mineralización de los residuos vegetales.

Debido a los cambios en la ecología microbiana existe un incremento en la actividad microbiológica como respuesta a las acumulaciones de residuos orgánicos. Doran, citado por Figueroa S. B. (1999), observó un incremento en los microorganismos aeróbicos, heterótrofos, facultativos, desnitrificadores, y nitrificadores autótrofos. Este incremento estaba relacionado con los cambios en el contenido de humedad, carbono orgánico y contenido de nitrógeno, y pH.

Dado que en la labranza de conservación existe una humedad más abundante en la superficie hay más posibilidades de que se sature el espacio poroso y se excluya el oxígeno creándose condiciones favorables para la descomposición anaeróbica de las bacterias desnitrificadoras. Se han reportado incrementos substanciales de organismos desnitrificadores en el sistema de labranza de conservación y mayores pérdidas de nitrógeno gaseoso por desnitrificación. Esta pérdida es importante en suelos mal drenados en donde se tenga una mayor acumulación de agua y un alto contenido de materia orgánica (Figueroa, S. B. 1999).

Existe el peligro de un mayor movimiento de nitratos en el suelo por lixiviación bajo no-labranza, debido a la presencia de poros continuos en el perfil del suelo y a la poca evaporación del agua de la superficie. Este mayor movimiento de nitratos a profundidad ha llevado a la recomendación de aplicaciones fraccionadas de nitrógeno para mejorar la eficiencia de la fertilización.

Se ha reportado un incremento en la volatilización del amoníaco en los sistemas de labranza de conservación, Figueroa S. B.(1999). Cita a Keller (1986), Harding et al, (1963), entre otros. Este incremento se debe a una mayor actividad de la enzima ureasa, la cual se concentra en la superficie del suelo en sistemas de labranza de conservación, incrementando las tasas de hidrólisis de la urea debido a que el residuo, por tener baja capacidad de retención de cationes y baja capacidad amortiguadora del pH permite un aumento del pH durante la hidrólisis, y por consecuencia una mayor cantidad de amoníaco en la solución. Otra causa del incremento en el pH de la interfase residuo-suelo es la movilidad de los productos de la hidrólisis de la urea debido a sus diferencias en carga eléctrica, ya que el amonio sería retenido por las arcillas causando su acumulación en la superficie donde se puede perder como amoníaco. Todos estos factores provocan que exista una baja eficiencia del uso de la urea en suelos bajo el sistema de labranza cero debido a la volatilización del amoníaco y a la inmovilización del nitrógeno por los microorganismos.

Debido al alto costo de la fertilización nitrogenada las pérdidas por ineficiencia del fertilizante pueden disminuir en parte las ventajas comparativas de la labranza de conservación. La baja eficiencia del nitrógeno en sistemas de labranza de conservación puede ocurrir debido a uno o varios de los procesos involucrados en el ciclo del nitrógeno en el suelo.

La eficiencia del nitrógeno es probablemente más alta en la labranza de conservación, en los climas en los que la humedad del suelo es un poco limitante y más baja en los climas fríos y húmedos con suelos drenados pobremente, en los que se presentan grandes pérdidas. Con suelos y climas entre estos dos, la eficiencia del nitrógeno probablemente pueda que sea menor por algunos años después de la conversión a la labranza de conservación, sobre todo en los climas fríos. Después de un periodo de tiempo, la mayor cantidad de nitrógeno en la materia orgánica del suelo debería dar como resultado cantidades de nitrógeno comparables en ambos sistemas, como consecuencia, se deberían obtener niveles de eficiencia similares en los dos sistemas.

En general se recomiendan dosis de nitrógeno más altas durante los primeros años de establecimiento de la labranza de conservación para compensar por la baja mineralización de la materia orgánica, la posible desnitrificación y/o la volatilización del amoníaco. La aplicación fraccionada del nitrógeno aparece

como un método eficiente de aplicación combinado con su localización en banda cerca de la planta (Figuerola, S. B. 1999).

4.5.8 Efecto de la labranza en la disponibilidad del fósforo.

Uno de los factores que influye en el comportamiento del fósforo en el suelo, es la humedad presente en éste, debido a su papel en la difusión de este nutrimento. Las carencias de fósforo son siempre mayores en condiciones de suelo seco; esto sucede en algunos lugares en forma frecuente. Para esto, es necesario mejorar la disponibilidad del fósforo aumentando el contenido de humedad en el suelo. Es de importancia reconocer que aún sin agregar fertilizantes fosfóricos, la labranza de conservación produce mejores rendimientos, siempre que los otros nutrientes se encuentren presentes (Lemunyon L. 1989).

Otro factor importante para determinar la absorción del fósforo es la temperatura del suelo. En los climas templados este factor determina el que las plantas puedan o no crecer.

Las mediciones hasta ahora realizadas sugieren que para obtener un mismo rendimiento se necesita aplicar menos fósforo en los sistemas de labranza de conservación que en los tradicionales. La razón más importante para explicar este fenómeno sería la mayor cantidad de agua en la superficie del suelo. Esto

mejora la velocidad de difusión del fósforo hacia las raíces de las plantas (Kocher, F. 1990).

La absorción del fósforo por las plantas también es afectada por el grado de fijación del fosfato agregado por el suelo. La fijación del fósforo es el resultado de la absorción o precipitación del fósforo por los cationes, calcio, aluminio y hierro. En algunos suelos uno de ellos puede ser dominante, en otros los tres pueden jugar un papel importante (Lemonyon, L.1989).

En los suelos calcáreos (aquellos con exceso de carbonato de calcio) y un grado menor en los suelos con un pH de 6.5 o más, el catión más importante para reducir la solubilidad del fósforo es el calcio. Los compuestos que con mayor frecuencia se formarán son: difosfato de calcio, y ortofosfato de calcio. De modo que cualquier fenómeno que tienda a bajar el pH de un suelo alcalino, aumenta la solubilidad del fósforo (Kocher F. 1990).

Con la labranza de conservación uno puede esperar un pH menor, debido a la tendencia a perder bases en la superficie del suelo y también al aumento en el contenido de bióxido de carbono en el suelo favorecido por la humedad y el mayor contenido de la materia orgánica.

En lo que respecta a la eficiencia de la fertilización con fósforo se ha señalado que la aplicación superficial al voleo en sistemas de labranza de

conservación es más eficiente que la localización en bandas o la incorporación bajo labranza convencional (Figueroa, S. B. 1999).

El hecho de que la disponibilidad del fósforo aplicado a la superficie sea igual o mayor que la disponibilidad del fósforo incorporado al suelo puede deberse a los incrementos en la densidad radical y al incremento en la concentración efectiva del nutriente inmóvil alrededor de las raíces, lo que mejora la capacidad de la planta para obtener dicho nutriente. Otro factor adicional es la presencia de una mayor humedad en la zona con alta actividad radicular (Figueroa, S. B. 1999).

4.5.9 Efecto de la labranza en la disponibilidad del potasio.

El catión potasio tiene una afinidad por el suelo que varía entre media a muy alta, por lo general es retenido más fuertemente en los suelos cuando se encuentra presente en concentraciones bajas. Esto hace que su lixiviación sea alta en suelos arenosos, que tiene una capacidad de intercambio catiónico muy baja.

En los sistemas de labranza de conservación en los que el potasio es aplicado en la superficie del suelo, se forma en éste una banda de potasio de mayor concentración que en el resto del suelo, en algunos trabajos de investigación han encontrado una mayor absorción por las plantas, de este elemento, con labranzas de conservación que con labranza convencional.

La difusión del potasio hacia las raíces de las plantas es una forma importante y normal para facilitar la absorción por éstas. Los principales factores que afectan la velocidad de difusión son la concentración de potasio en la solución del suelo y la habilidad del suelo de mantener este nivel por periodos de tiempo largos. Al igual que el fósforo, es muy importante la cantidad de agua presente, ya que aquí también las diferencias son mucho más alarmantes, cuando hay sequías prolongadas.

En general, podemos decir que el potasio es un nutrimento que se altera muy poco por los sistemas de labranza.

4.5.10 Efecto de la labranza en la disponibilidad del calcio y azufre.

El calcio, es un nutriente muy abundante en la mayoría de los suelos agrícolas. Como tal, es susceptible a la lixiviación junto con los aniones nitratos, cloruros y sulfatos y también pérdidas como bicarbonatos. De tal manera, que cuando se aplican dosis altas de nitrógeno, se producen mayores pérdidas de calcio. La mayoría del nitrógeno es aplicado como amonio, urea o nitrógeno de amonio, todos estos fertilizantes forman iones hidrógeno al ser oxidados por las bacterias o nitratos.

El nitrato de calcio permanecerá en la solución del suelo, a menos un exceso de agua lo mueva hacia abajo y fuera de él. En las regiones húmedas, todos

los suelos tienden a perder sus nitratos y calcio en los periodos de alta precipitación y evapotranspiración relativamente bajas.

En el suelo existen tres fuentes importantes de azufre. Estas fuentes son:

1. La materia orgánica.
2. Los minerales del suelo.
3. La contaminación ambiental.

De estas fuentes solas la materia orgánica es afectada por el cambio de un sistema de labranza convencional a un sistema de labranza de conservación. Los suelos con labranza de conservación tienden a perder menos o ganar en su contenido de materia orgánica, debido al hecho de que el azufre en la materia orgánica se vuelve disponible para las plantas solamente por su descomposición, que entrega sulfatos, por tanto, existe la posibilidad a corto plazo, de una mayor deficiencia de azufre con la labranza de conservación que en labranza convencional.

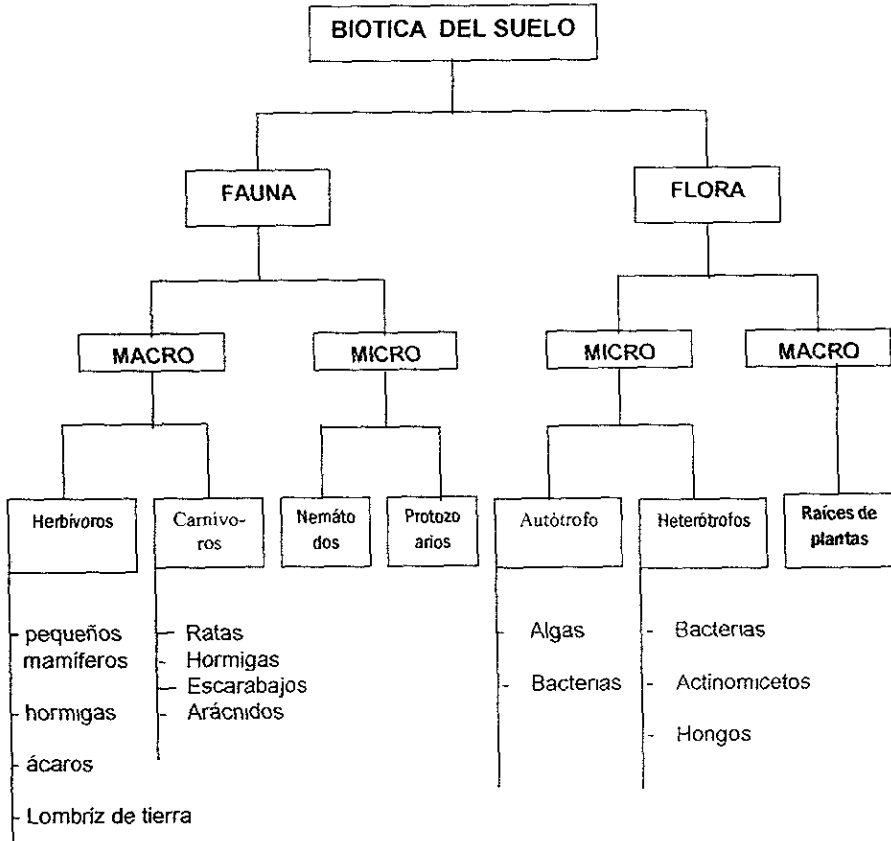
4.5.11 Efectos de la labranza en los microorganismos del suelo.

La composición biológica del suelo es muy diversa, está integrada de materiales vegetales y animales. Aunque estos constituyentes del suelo son diversos se encuentran íntimamente relacionados a través de la transferencia de energía en el suelo, en forma de cadenas alimenticias. De tal manera que

las interacciones entre los diferentes organismos del suelo involucran no sólo la transferencia de energía, sino el ciclado de nutrientes. Los microorganismos del suelo presentes en el suelo incluyen la macro fauna y varias especies de microorganismos (tabla 5).

La transferencia de energía proveniente del suelo se inicia en los organismos autótrofos (plantas verdes) que convierten la energía solar en una forma material a través de la fotosíntesis. A partir de este momento la energía se transfiere al suelo pasando de un organismo a otro. Si el organismo obtiene su energía directamente de un organismo autótrofo se le denomina herbívoro, los cuales pueden servir de alimento de otros organismos (carnívoros) moviendo así la energía acumulada en la planta al sistema suelo. Los organismos que consumen materia orgánica y la digieren en forma interna se conocen como consumidores. Otros organismos liberan enzimas que descomponen materia orgánica fuera de su cuerpo y cuando ésta se encuentra parcialmente descompuesta, absorben los productos de la descomposición por lo que son llamados descomponedores. Estos son los más diversos y numerosos microorganismos del suelo e incluyen los hongos, las bacterias y el actinomiceto.

Tabla 5. Clasificación de los microorganismos del suelo.



El laboreo de los suelos acelera los procesos a través de los cuales los microorganismos del suelo oxidan la materia orgánica. En general, la labranza incrementa la población microbiana. Este efecto depende en gran medida de la fecha y profundidad del laboreo (Figuroa S. 1999). Las poblaciones de microorganismos en el suelo son mayores en la superficie de los sistemas de labranza reducida que en aquellos en que los residuos del cultivo se

incorporan con labranza. En los sistemas de labranza de cobertura, se encontró que las poblaciones de hongos, actinomicetos y bacterias se incrementaron en forma significativa en los primeros 5 cm. Del suelo en comparación con la labranza convencional. Suzuki (1969), citado por Figueroa (1999), menciona que las poblaciones microbianas en la profundidad de la capa arable (20-30 cm.) son mayores en los suelos laboreados que en aquellos que reciben labranza superficial. También indica que la disminución en el nitrógeno disponible a las plantas con labranza de coberteras se debe a la inmovilización del mismo por la presencia de una población más alta de hongos en la superficie del suelo.

En varios estudios relacionados con la población microbiana del suelo y los cambios bioquímicos asociados con la labranza reducida, indican que las diferencias en las poblaciones microbianas del suelo y la actividad de las enzimas en la no-labranza en comparación con la labranza convencional están relacionadas con cambios en el contenido de agua del suelo, los niveles de carbono orgánico y de nitrógeno y el pH. El agua del suelo fue el factor más importante sobre la población microbiana; el pH del suelo y los niveles de carbono orgánico y nitrógeno, se pueden considerar como resultantes de la actividad microbiana o reguladores de la misma. Los regímenes de agua del suelo, temperatura, aireación y la localización de los substratos microbianos (residuos) asociados con los sistemas de labranza convencional y de

conservación, regulan los nichos ecológicos y los tipos de microorganismos que predominan.

Los contenidos más altos de carbono, nitrógeno y agua en la superficie del suelo bajo sistemas de labranza de conservación, se traduce en una población microbiana y actividad enzimática más alta, en comparación con la labranza convencional. Doran (1980) cuantificó incrementos en el número de microorganismos aeróbicos facultativos y de nitrificadores en la superficie (0 a 7.5 cm) de los suelos bajo labranza de conservación, estos incrementos fueron del orden de 1.14, 1.58, 1.57 y 7.31 veces respectivamente, en comparación con la labranza convencional. Estas relaciones se invierten a la profundidad de 7.5 a 15 cm, aparentemente como resultado de la localización de los residuos de cultivo a más profundidad con la labranza y con el aumento en el contenido de agua. Doran (1980) reporta aumentos de 20 a 101 kg/ha de nitrógeno potencialmente mineralizable los primeros 7.5 cm en un suelo no laboreado y lo relaciona con la biomasa microbiana más alta, si se compara con la labranza convencional. Esta alta población microbiana en la superficie en los sistemas de labranza de conservación actúa como una reserva para la inmovilización del fertilizante nitrogenado aplicado a la superficie.

La labranza convencional estimula la actividad aeróbica a profundidades mayores en el perfil del suelo que la no-labranza. Por tanto, el potencial para la mineralización de los materiales orgánicos y la formación de nitratos es

mayor a esta profundidad para la labranza convencional. Las poblaciones microbianas en labranza de conservación disminuyen rápidamente por debajo de los 7.5 cm de profundidad. Sin embargo, el número de anaeróbicos facultativos y de nitrificadores a los 15 cm de profundidad, se incrementa con relación a la labranza convencional y representan una proporción significativa mayor de la población total de microorganismos aeróbicos. Un metabolismo menos oxidante en los suelos con labranza de conservación puede explicar los niveles bajos de nitratos que se encuentran en estos suelos cuando se comparan con la labranza convencional (Doran, 1980).

Aparentemente el ambiente biológico bajo sistemas de labranza de conservación es muy diferente al de la labranza convencional. El ecosistema en labranza de conservación semeja a aquél de otros ecosistemas de suelos no disturbados. Los niveles en la superficie de carbono, nitrógeno y agua, son mayores en la labranza de conservación, pero parece ser que la actividad metabólica de esta población de microorganismos más alta es menos oxidante y más lento que el que existe bajo labranza convencional.

4.6 Manejo de Malezas en Labranza de Conservación.

4.6.1 Métodos no químicos.

La capacidad de las especies de malezas para sobrevivir en medios hostiles se debe a su alto grado de especialización. Sus ciclos de vida, morfología y fisiología se adaptan para sobrevivir en condiciones de trastornos frecuentes y drásticos. Desde los inicios de la agricultura hasta mediados del siglo XX, el arado y el azadón han sido los medios que más se han utilizado para combatir a las malezas. Más recientemente se han utilizado los herbicidas químicos que han conducido a una investigación más amplia de malezas y una aplicación más grande de la tecnología de control de las mismas.

Los métodos para combatir las malezas se clasifican en: preventivos, biológicos, físicos y químicos. Los métodos preventivos incluyen procedimientos destinados a limitar la diseminación y el establecimiento de las malezas, tales como insectos y enfermedades de las plantas. Los métodos físicos comprenden varias actividades como cortes a máquina, manual, labranza, quema, y anegamiento. Los métodos químicos incluyen el uso de agentes químicos orgánicos e inorgánicos.

En la actualidad, los herbicidas representan más o menos la mitad de todos los pesticidas que se utilizan en la agricultura, y su empleo va en aumento, debido a la eficacia de los productos y por otro lado se reducen los costos para el control de las malezas.

La labranza de conservación depende más de las rotaciones, la competencia y la sanidad de los cultivos para controlar las poblaciones de malezas. Con un buen sistema de labranza de conservación, los herbicidas se utilizan para complementar otros métodos de control de malezas, más que para reemplazarlos como es el caso de la labranza convencional.

Uso de rotaciones para el control de malezas. La rotación es una de las prácticas más importantes al establecer un programa de control de malezas. Las rotaciones que contienen plantas con el mismo tipo de hábitos de crecimiento provocarán problemas de control de malezas con hábitos de crecimiento semejantes, por ejemplo, avena silvestre en siembras de avena o trigo en el ciclo primavera-verano (P-V).

La rotación de herbicidas y cultivos ayuda a prevenir la formación de malezas problema, residuos de los herbicidas y la resistencia de la maleza a los herbicidas. Un sistema favorable en la rotación de cultivos y que permite tener un buen control de malezas es la rotación del cultivo de maíz y cultivos de granos pequeños seguido por el frijol (Figuroa, S. B. 1999).

La rotación de cultivos influye en la elección del herbicida, por ejemplo si se va a sembrar un cultivo de grano pequeño después del maíz, es más conveniente utilizar ácido 2,4-D o bien la mezcla de ácido 2,4-D + Picloram,

para tener un buen control de la maleza de hoja ancha y no usar atrazina ya que este es más residual.

Uso de la competencia del cultivo para el control de malezas. Un cultivo competitivo puede sombrear las malezas y auxiliar en el control de las mismas en los sistemas de labranza de conservación. Para lograr un cultivo con buen desarrollo se deben utilizar prácticas adecuadas de fertilización, tener una población óptima, controlar las plagas y enfermedades.

Para tener un establecimiento vigoroso del cultivo y un sombreado adecuado de las malezas es conveniente tener distancias entre surcos lo más cerca posible. Ya que el establecimiento inicial del cultivo es más difícil en la no-labranza, por tanto se debe prestar atención a la densidad y profundidad de siembra, por que los espacios libres de cultivo favorecen a una invasión por malezas.

El uso de surcos angostos no solo ayudan en el control de malezas sino que permiten una mejor distribución del residuo en la cosecha y en ocasiones puede aumentar el rendimiento.

Una buena distribución de los residuos sobre el suelo ayudan en el control de malezas especialmente en los cultivos de granos pequeños. Estas coberturas inhiben la germinación de malezas de semilla grande y sombrean otras

malezas ocasionando un ambiente poco favorable para el desarrollo y germinación de las mismas .

También es importante cuidar que las malezas no completen su ciclo de vida, y con ello se evita la producción de semilla que pudiera incrementar la población de las mismas en los próximos ciclos.

4.6.2 Control químico de malezas.

El uso de productos químicos para el control de malezas se ha incrementado rápidamente desde 1944, cuando el ácido 2,4-D fue usado por vez primera como herbicida.

4.6.2.1 Clasificación de los herbicidas.

Actualmente existe un gran número de pesticidas, solo el grupo de herbicidas incluye más de 200 productos comerciales. Resulta impráctico conocer las características de todos y cada uno de ellos. Los herbicidas pueden ser clasificados de diferentes maneras, y esto permite agruparlos sobre la base de sus propiedades selectivas, modo de acción, momento de aplicación y grupo químico al que pertenece.

Clasificación de los herbicidas por selectividad y modo de acción.

a) Herbicidas selectivos.

Los herbicidas selectivos son aquellos que con cierta dosis y forma de aplicación, eliminan o inhiben el crecimiento de algunas plantas y no causan daño a otras. Existen tres tipos de estos herbicidas, dependiendo de su modo de acción:

- 1) Herbicidas selectivos de contacto. Son aplicados al follaje y ejercen su efecto únicamente sobre los tejidos con los cuales entran en contacto.
- 2) Herbicidas selectivos sistémicos. Se aplican al follaje o al suelo y son absorbidos y distribuidos por toda la planta. Ejercen su toxicidad hacia ciertas plantas. Por ejemplo, el ácido 2,4-D es selectivo a gramíneas y no selectivo a plantas de hoja ancha. Otro ejemplo, el Fluzifop P-Butil (Fusilade) es selectivo a plantas de hoja ancha y no selectivo a gramíneas.
- 3) Herbicidas selectivos aplicados al suelo. Ejercen selectividad hacia la germinación en ciertos tipos de semillas, mientras son tóxicos para la germinación de otras. Por ejemplo el Linurón (Afaon).

b) Herbicidas no selectivos.

Son aquellos que ejercen su toxicidad a toda clase de plantas. Existen tres tipos de estos herbicidas, dependiendo de su modo de acción.

- 1) Herbicidas no selectivos de contacto (no residuales). Ejercen su toxicidad a todos los tejidos de las plantas con los cuales entran en contacto . Por ejemplo, el Paraquat (Gramoxone).
- 2) Herbicidas no selectivos sistémicos. Estos herbicidas al ser aplicados sobre las plantas se mueven dentro de ella, esta capacidad de los herbicidas ejerce su acción sobre los tejidos con los cuales entra en contacto como sobre los tejidos distantes del punto de contacto inicial. Un ejemplo de estos es el Glifosato (faena).
- 3) Herbicidas esterilizantes. Son aquellos que impiden la germinación y el crecimiento de toda vegetación, pueden ser de corto o largo plazo. Los herbicidas esterilizantes de corto plazo son aquellos que ejercen su acción por un período de seis meses o menos, por ejemplo el bromuro de metilo. Los herbicidas esterilizantes semi-permanentes son aquellos herbicidas de alto poder residual que no permiten la germinación de ningún tipo de vegetación durante largos períodos de tiempo (más de seis meses). Ejemplo, en general una gran mayoría de herbicidas usados en dosis elevadas como los derivados de las ureas y las atrazinas.

Clasificación por su época de aplicación.

El uso de herbicidas en distintos estados de desarrollo de las plantas, es posible debido a que la mayoría de los productos tienen acción tóxica en pre o post emergencia y en algunos casos en ambas formas a la vez. Esta acción

está influenciada por estado de crecimiento en que se encuentran las malezas y el cultivo.

Los herbicidas pueden clasificarse según su época de aplicación en: pre-siembra, pre-emergentes, emergentes y post-emergentes.

- 1) Herbicidas de pre-siembra. Se aplican con el fin de eliminar o reducir la población de las malezas que existen antes de la siembra, y esto facilite la realización de las labores de preparación del terreno. Ejemplo, Glifosato (Faena) para suprimir la población de gramíneas (que se reproducen por estolón).

Los herbicidas de pre-siembra pueden ser incorporados o colocados. La incorporación de los herbicidas se realiza con el fin de evitar la pérdida del producto, ya sea por fotodescomposición, baja solubilidad o por alta volatilidad, la incorporación del herbicida debe inducir el contacto con las malezas y no con el cultivo. Un ejemplo de herbicida que debe ser incorporado es el Trifluralin (Treflán) en el cultivo de algunas hortalizas.

La colocación de herbicidas. Implica la colocación del herbicida en una zona por debajo de la superficie del suelo, de donde se distribuye después por el proceso de difusión.

La incorporación, generalmente se realiza con herbicidas poco solubles y la colocación se efectúa en herbicidas altamente volátiles.

2) Herbicidas Pre-emergentes. Son productos que se aplican después de la siembra y antes que emerja el cultivo y/o malezas.

Estos herbicidas pueden ser Pre-emergentes al cultivo y a las malezas, por ejemplo, derivados de las ureas y atrazinas.

Pre-emergentes al cultivo y no a las malezas, ejemplo el Diurón (Karmex).

Herbicidas emergentes. Son productos que se aplican cuando el cultivo y las malezas están emergiendo del suelo. Un ejemplo es la aplicación de ácido 2,4-D en el cultivo de maíz.

3) Herbicidas post-emergentes. Los herbicidas post-emergentes se aplican cuando el cultivo y las malezas ya emergieron del suelo y están creciendo activamente, pueden ser o no dirigidos.

La aplicación, de los herbicidas post-emergentes no dirigidos se efectúa en forma homogénea sobre el cultivo y malezas.

La aplicación, de los herbicidas post-emergentes dirigidos se realiza sobre la maleza básicamente, evitando en lo posible el contacto del herbicida y el cultivo..

Es importante resaltar, que los sistemas antes mencionados; por selectividad y modo de acción y por su época de aplicación, se encuentran íntimamente relacionados, ya que existen herbicidas selectivos sistémicos, que pueden ser aplicados en pre y postemergencia.

4.6.2.2 Principio de selectividad de los herbicidas.

Desde los primeros tiempos y hasta nuestros días, el hombre se encuentra en permanente lucha contra las malezas. Sin embargo, los métodos de control han progresado continuamente; así, en la actualidad se dispone de productos herbicidas, tan perfeccionados y específicos que controlan solamente a las malezas sin dañar a un determinado cultivo.

Tabla 6. Herbicidas selectivos para algunos cultivos.

| NOMBRE COMUN | MALEZA QUE CONTROLA | CULTIVO SELECTIVO | APLICACIÓN |
|------------------------|--|---|------------|
| Ácido 2,4-D | Maleza de hoja ancha | Maíz, cebada, trigo, avena. | * |
| Dicamba + Atrazina | Maleza de hoja ancha (chayotillo) | Maíz y sorgo | * |
| Ácido 2,4-D + Pictoram | Maleza de hoja ancha (chayotillo) | Maíz y potreros | * |
| Alaclor | Zacates anuales y maleza de hoja ancha | Maíz, frijol, tngo. | * * |
| Ametrina | Zacates anuales, hoja ancha y ciperáceas | Maíz | * * |
| Atrazina | Zacates anuales y maleza de hoja ancha | Maíz, sorgo | * * |
| Bentazón | Maleza de hoja ancha y ciperáceas | Frijol | * |
| Bromoxinil | Maleza de hoja ancha | Maíz, cebada, tngo, avena. | * |
| Dalapon | Zacates anuales (avena loca) | Frijol, soya, papa | * |
| Linurón | Zacates anuales y maleza de hoja ancha | Maíz, zanahoria, cempasúchil, cebada, avena | * * |
| Simazina | Zacates anuales y maleza de hoja ancha | Maíz, caña de azúcar | * * |

NOTA: * aplicación post-emergente.
 ** Aplicación pre-emergente.

Concepto de selectividad: Los herbicidas selectivos son aquellos que aplicados en determinadas dosis y bajo ciertas condiciones afectan algunas plantas y a otras no. La selectividad es un concepto relativo, así un herbicida

es selectivo en determinadas dosis, si esta excede se ocasionan daños al cultivo.

Por tener selectividad, también se requieren ciertas condiciones en la aplicación de los herbicidas. Por ejemplo; el ácido 2,4-D amina, es un herbicida para controlar maleza de hoja ancha en el cultivo de maíz, cuando este tiene una altura hasta de 40 cm, aplicaciones posteriores puede causar daños al cultivo. Algunos herbicidas selectivos se enlistan en la tabla 6.

Se puede obtener selectividad a un herbicida a través de una o más de las siguientes formas: Uso de factores físicos y mecánicos, formulación del herbicida, época de aplicación, época de desarrollo del cultivo, diferencias en factores anatómicos y morfológicos y selectividad fisiológica.

- **Uso de factores físicos y mecánicos.-** Esta forma se basa en aquellos herbicidas que no causan daño al cultivo porque se distribuyen en tal forma que no entran en contacto con la planta.

Esto se puede conseguir con aplicaciones dirigidas, incorporación del herbicida al suelo, colocación del herbicida al suelo, o con el uso de protectores, esto último se refiere al empleo de implementos para cubrir las plantas deseables y evitar que la aspersión caiga sobre el cultivo. En este caso tenemos las pantallas de plástico.

➤ **Formulación del herbicida.**- Es la forma en que el material activo se comercializa. Las formulaciones más importantes son:

- **Líquidas:** soluciones y concentrados emulsionables.
- **Sólidas:** polvos solubles, polvos mojables y granulados.

Un mismo ingrediente activo como, 2,4-D amina, es más selectivo para maíz que formulado como éster (concentrado emulsionable). También puede haber variación en la selectividad por diferencias en los solventes y surfactantes que emplean las diferentes compañías formuladora.

➤ **Época de aplicación.** La época de aplicación de un herbicida, también puede ser un factor de selectividad, como ejemplo tenemos las aplicaciones Pre-emergentes al cultivo y post-emergentes a las malezas. Para esto se pueden usar herbicidas no selectivos de contacto y poco residuales como el paraquat. Este caso se presenta cuando la preparación del suelo se hace con mucha anterioridad a la siembra y cuando llega el momento de ésta, ya hay malezas que requieren control. La selectividad por preemergencia de la mayoría de los herbicidas Pre-emergentes se fundamenta en la resistencia de las semillas y plántulas del cultivo al herbicida y la susceptibilidad de las malezas.

➤ **Época de desarrollo del cultivo.** El 2,4-D es un herbicida selectivo a trigo, cuando se aplica en la época del amacollamiento del cultivo. Esta selectividad se pierde cuando se aplica antes o después del amacollamiento del cultivo.

- Factores anatómicos y morfológicos. Las plantas tienen características anatómicas y morfológicas que pueden permitir la selectividad de un herbicida, al evitar el contacto del producto con la planta, la penetración y la traslocación a los sitios activos. Entre estos factores podemos mencionar: posición de las hojas, área foliar, cutículas gruesas, número de estomas, posición de meristemo y hábito de crecimiento.
- Selectividad fisiológica.- Esta selectividad se debe a la detoxificación, activación de herbicidas y permeabilidad selectiva de la membrana celular.

Detoxificación. Consiste en que la planta absorbe el herbicida, y por actividades metabólicas propias, rompe las moléculas del herbicida, produciendo compuestos no dañinos. Un ejemplo de detoxificación es el de la simazina y la atrazina en el cultivo de maíz, causado por la enzima hidroxomato cíclico.

Activación de herbicidas. Se ha encontrado que algunas plantas tienen la capacidad en su metabolismo, de transformar un herbicida sin causar daño al cultivo y al mismo tiempo a otras plantas es letal. Un ejemplo es el herbicida 2,4-DB, que es de baja actividad y no dañino para la alfalfa, sin embargo, es letal para otras plantas (de hoja ancha) por que tienen la capacidad de trasformarlo en 2,4-D que sí es letal.

Permeabilidad selectiva de la membrana celular. La membrana celular tiene una capacidad para seleccionar la entrada o salida de productos. Cuando esta permeabilidad se pierde viene la muerte de la célula. En aplicaciones de aceite herbicidas en zanahoria, éste no afecta la permeabilidad selectiva, mientras que en las malezas sí, produciéndose la salida del contenido celular.

4.6.2.3 Factores que afectan la persistencia de los herbicidas.

Del volumen total de un herbicida aplicado al suelo, menos del 5% es el responsable del control de las malezas, el resto es afectado por varios procesos bióticos y abióticos en el suelo. La eficiencia de estos procesos para determinar el comportamiento y persistencia de un herbicida en el suelo están definidos por los factores climáticos y por los principales procesos químicos, físicos y microbiológicos del suelo.

Los principales procesos que afectan la persistencia de los herbicidas en el suelo son: La adsorción, reacciones químicas, foto descomposición, erosión, lixiviación, volatilización y descomposición por los microorganismos del suelo (Tasistro, 1989).

Adsorción. La adsorción es un proceso reversible mediante el cual iones y moléculas se unen a la superficie de los coloides del suelo (materia orgánica y arcilla) a través de atracciones eléctricas. En este estado el herbicida es pasivo y no está disponible biológicamente, por lo que el fenómeno de

adsorción resulta en una reducción de la eficiencia del herbicida para controlar las malezas. Para compensar este fenómeno se debe aumentar la dosis de aplicación del herbicida. Tanto el contenido de humedad del suelo como su pH afectan la adsorción de los herbicidas.

Los suelos húmedos, adsorben menos herbicida del grupo de las atrazinas y en suelos con pH menor a 7.0, ocasionan que las moléculas del herbicida sean protonadas por lo que se aumenta su adsorción.

Reacciones químicas con constituyentes del suelo. Estas reacciones resultan en la inactivación del herbicida y son poco conocidas en relación con otros procesos que se dan en el suelo. Dependen de las condiciones del mismo en el momento que ocurra la reacción por lo que es difícil predecir su efecto en la inactivación del herbicida, ya que dependerán de los factores climáticos.

Foto descomposición. Es el cambio molecular producido por la luz solar que resulta en la inactivación del herbicida, debido a la excitación de los electrones de la molécula del mismo, lo que la vuelve inestable. Se considera a los rayos ultravioleta como responsables de estos cambios, por esta razón la magnitud del cambio químico está determinado por la cantidad de energía interceptada y la susceptibilidad del herbicida. Este fenómeno no es muy importante en términos de su cantidad y se puede eliminar mediante la

incorporación del herbicida al suelo en forma mecánica o por medio del agua (de lluvia o riego).

Erosión. La erosión hídrica y eólica son responsables del movimiento de los herbicidas adsorbidos en los coloides del suelo. De hecho se considera que esta es la forma más importante de contaminación ambiental por herbicidas, ya que son movidos con los sedimentos a las áreas de acumulación (lagos, presas).

Lixiviación. La lixiviación consiste en el movimiento de los herbicidas a través del perfil del suelo en el flujo del agua. Este mecanismo es deseable cuando se busca desaparecer residuos de herbicidas de la parte superficial del suelo. Sin embargo una lixiviación excesiva trae consigo un control inadecuado de malezas y la posibilidad de contaminación de mantos freáticos.

Los principales factores que afectan a la lixiviación son: la permeabilidad del suelo, el volumen de agua percolado, la solubilidad del herbicida en agua y la adsorción del herbicida a los coloides del suelo.

Volatilización. La volatilidad es el fenómeno físico que consiste en el cambio de fase del estado sólido o líquido al gaseoso. La susceptibilidad a la volatilidad del herbicida se puede medir a través de su presión de vapor. A mayor presión de vapor mayor tendencia del herbicida a volatilizarse.

La volatilidad determina la movilidad del herbicida en el suelo o su movimiento en el aire y posterior adsorción por las estomas de la planta. Aquellos herbicidas volátiles deben incorporarse al suelo o se tendrán pérdidas considerables del mismo hacia la atmósfera . Este fenómeno es más rápido en los suelos húmedos que en los secos debido al fenómeno de adsorción.

Procesos microbiológicos. Las moléculas orgánicas son descompuestas por los microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos) por lo que la descomposición microbiana es uno de los procesos principales de regulación de la cantidad de herbicida presente en el suelo. La degradación del herbicida se hace a través de enzimas específicas producidas por los microorganismos, y puede ocurrir dentro del mismo o a través de la liberación de la enzima en el medio.

Los microorganismos que participan en la descomposición de los herbicidas responden de manera dinámica a la presencia de los mismos.

4.6.2.4 Selección de herbicidas para un programa de control de malezas.

Un programa de manejo de herbicidas para control de malezas se debe diseñar en función de una rotación de cultivos y de herbicidas para controlar de forma anticipada la presión de malezas. De los sistemas de aplicación de herbicidas existentes (incorporado al suelo, presembrado, pre-emergente y

post-emergente) se considera que los métodos presiembra temprano y post-emergente son los más consistentes para la mayoría de las condiciones de labranza de conservación.

Los factores que necesitan evaluarse para seleccionar los herbicidas son:

1. Eficiencia del herbicida en el espectro de malezas presentes.
2. Método de aplicación de herbicidas para las malezas bajo control
3. Intervalo necesario entre las rotaciones antes de sembrar el siguiente cultivo en la secuencia rotacional.
4. Mezcla de herbicidas o combinaciones secuenciales disponibles para controlar las malezas que no se pueden suprimir con el primer herbicida.
5. Limitaciones en el uso de otros herbicidas durante el período de crecimiento.
6. Modo de acción.
7. Seguridad en el cultivo con relación a los efectos del método de aplicación.
8. Volumen recomendado del diluyente.
9. Restricciones para el pastoreo, ensilado y uso de residuos para la alimentación del ganado después de la aplicación del herbicida.
10. Efectos al medio ambiente.
11. Costo de los productos y de aplicación respectiva.

Con la información es factible planear una rotación de herbicidas, las malezas perennes no son más difíciles de controlar en los sistemas de labranza de conservación, y en muchos casos puede ser más eficiente su control bajo este sistema que con la labranza convencional. Sin embargo, si no se logra establecer un programa de control de malezas perennes efectivo, se pueden tener pérdidas grandes en el rendimiento, las cuales serán mayores que en los sistemas de labranza convencional. Si la selección de los herbicidas se combina con los principios mencionados anteriormente de sanidad y competencia se necesitará además rotaciones de cultivo que permitan aspersiones dirigidas a áreas en particular del terreno, en el momento adecuado del crecimiento de la maleza, por lo menos, durante un período de dos años.

Las aplicaciones en el otoño son más eficientes para controlar malezas perennes. Para tener un buen resultado en la aplicación del herbicida, las plantas necesitan estar creciendo activamente y tener un tamaño adecuado cuando se asperjen, pero debe tenerse la precaución de no permitir que produzcan semilla.

A continuación se enlistan los principales herbicidas comerciales de contacto, pre- siembra y post-emergencia en México.

Herbicidas de contacto para controlar la vegetación al momento de la siembra. Los productos que se enlistan a continuación, se pueden aplicar antes de, durante o después de la siembra, pero antes de la emergencia del cultivo.

Tabla 7. Herbicidas y rangos de dosis utilizados para controlar malezas, antes de la emergencia del cultivo.

| NOMBRE COMUN | Dosis Kg. i.a./ha | Nombre comercial | Control de maleza |
|----------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|
| Di camba | 0.24 - 0.36 | Banvel 480 | Hoja ancha |
| Glifosato | 0.54 - 0.90 | Faena, Sankil, Glyf 360, Rival | Gramíneas y hoja ancha |
| 2, 4 - D Anina | 0.70 - 1.20 | Hierbamina, etc | Hoja ancha |
| 2, 4 - D Ester | 0.40 - 0.80 | Esterón 47M, etc. | Hoja ancha |

Fuente: Tasistro, A. 1989

Herbicidas para presiembra o preemergencia en control residual de malezas. Los productos que se enlistan en la tabla 8, son los principales herbicidas que se aplican antes de que emerja el cultivo.

Tabla 8. Herbicidas y rangos de dosis, empleados en aplicaciones Pre-emergentes.

| Nombre común | Kg. de i.a. /ha | Nombre comercial | Control de maleza |
|--------------|-----------------|------------------------|-------------------------------------|
| Alachlor | 1.7 - 4.5 | Harnes, Alanex | Hoja ancha, gramíneas y ciperáceas. |
| Atrazina | 1.5 - 3.5 | Atranex, Gesaprim | Gramíneas y hoja ancha. |
| Cianazina | 1.5 - 2.5 | Bladex | Gramíneas y hoja ancha. |
| Linurón | 0.47 - 1.40 | Afalón, Amigo, Linurex | Gramíneas y hoja ancha. |
| Metolachlor | 1.8 - 3.4 | Dual | Gramíneas |
| Simazina | 2.4 - 4.0 | Gesatop, Simanex | Hoja ancha. |

Fuente: Tasistro, A. 1989

La incorporación al suelo no es necesario, por lo que estos productos son adecuados para usarse en labranza de conservación, aunque algunos requieren ser incorporados, conviene aplicarlos antes de una lluvia para que de esta forma se incorporen al suelo y se tenga un mejor control de las malezas. Algunos de estos productos también tienen acción de contacto sobre malezas emergidas.

Herbicidas de aplicación post-emergente.

Estos herbicidas se enlistan por cultivo, el maíz (Tabla 9), frijol (Tabla 10) y trigo (Tabla 11). Se pueden usar después de que el cultivo emerge. Algunos pueden usarse sobre el cultivo, otros deben aplicarse solamente en las malezas, es importante leer las instrucciones de uso antes de usar el producto para evitar daños a los cultivos.

Tabla 9. Herbicidas, rangos de dosis y método de aplicación, para aplicaciones post emergentes en maíz.

| Nombre común | Dosis Kg. i.a./ha | Nombre comercial | Control de maleza |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| APLICACION TOTAL | | | |
| Atrazina | 1.5 - 3.5 | Gesaprim, Atranex | Hoja ancha |
| 2, 4 - D Amina | 0.5 - 1.0 | Hierbamina, etc | Hoja ancha |
| 2, 4 - D Ester | 0.3 - 0.6 | Esterón 47M, etc | Hoja ancha |
| Dicamba | 0.24 - 0.36 | Banvel 480 | Hoja ancha |
| Bentazona | 0.72 - 1.2 | Basagran 480 | Hoja ancha |
| APLICACION DIRIGIDA | | | |
| Paraquat | 0.2 - 0.4 | Gramoxone | Gramíneas y hoja ancha. |
| Ametrina | 1.0 - 1.5 | Gesapax | Hoja ancha y gramíneas. |

Fuente: Tasistro, A. 1989.

Tabla 10. Herbicidas para aplicación post emergente en frijol.

| Nombre común | Nombre comercial | Control de malezas |
|---------------------|------------------|---------------------------------|
| Acifluofen | Blazer | Hoja ancha |
| Bentazon | Basagran 480 | Hoja ancha |
| Fluazifop P – Butil | Fusilade | Gramíneas |
| Fomesafen | Flex | Hoja ancha |
| Sethoxydim | Poast | Gramíneas |
| Imazethapyr | Pivot | Hoja ancha y gramíneas anuales. |

Fuente: Diccionario de especialidades agroquímicas, 1997.

Para aumentar la eficiencia de los herbicidas es conveniente hacer mezclas durante la aplicación. En los programas de labranza de conservación se usan mezclas de tanque con algunos de los productos mencionados anteriormente. Las mezclas de tanque son muy convenientes y recomendables, además de ser más eficientes en el control de malezas, se ahorra tiempo, mano de obra, combustibles y pasos de tractor sobre el terreno.

Tabla 11. Herbicidas para aplicación post emergente en trigo.

| Nombre común | Nombre comercial | Control de malezas |
|------------------|---|--------------------------|
| Bromoxinil | Brominal 480 | Hoja ancha |
| Dicamba | Banvel 480 | Hoja ancha |
| Dicoflop - metil | Iloxan | Gramíneas |
| Difenzoguat | Finaven | Gramíneas (Avena fatua) |
| Metribuzin | Sencor, Lexone DF | Gramíneas y hoja ancha |
| Tralkoxidim | Grasp | Gramíneas |
| 2, 4 – D Amina | Hierbamina, Fullmina, Fitoamina, Killer, etc. | Hoja ancha |
| 2, 4 – D Ester | Esterón, Hierbester, etc. | Hoja ancha. |
| Thifensulfurón | Harmony | Hoja ancha (chayotillo). |
| Nicosulfurón | Sansón | Hoja ancha y gramíneas. |

Fuente: Figueroa, S. B. 1999.

Se pueden adquirir productos comerciales que contienen mezcla de ingredientes activos diferentes, algunas de esas mezclas se mencionan en la tabla 12.

Tabla 12. Mezcla de herbicidas comerciales y método de aplicación.

| Nombre común | Nombre comercial |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| HERBICIDAS DE CONTACTO | |
| Paraquat + Diquat | Doblete, Reglone |
| 2, 4 - D + Dicamba | Banvel 12 - 24 |
| 2, 4 - D + Dicamba | Tordon 472, Quron |
| HERBICIDAS PREEMERGENTES | |
| Atrazina + Metolachlor | Primagram 500 |
| Atrazina + Alachlor | Boxer |
| HERBICIDAS POSTEMERGENTES | |
| Ametrina + 2, 4 - D | Gesapax, Ametrex 400, Interpax |
| Ametrina + Simazina | Cañon Z |
| Ametrina + Triazina | Dragopax, Cañon D, Nikko, Trnatox |
| Atrazina + 2, 4 - D | Gesaprim D, Atramina |
| Atrazina + Dicamba | Marvel |

Fuente: Figueroa, S. B 1999.

4.7 Fertilización de Cultivos en Labranza de Conservación.

El cambio de método de labranza convencional a labranza de conservación requiere de cambios en las prácticas de manejo. Una de ellas es la del manejo de la fertilidad de los suelos.

Bajo la labranza de conservación la mayoría del residuo de los cultivos permanece en la superficie del terreno. Esto reduce al menos temporalmente la tasa y cantidad de nutrientes de las plantas que se liberan debido a la descomposición del residuo. Los fertilizantes aplicados en la superficie pueden ser utilizados por la población microbiana del suelo que se encarga de

descomponer los residuos. Ya que estos microbios son más eficientes para la obtención de nutrientes que el cultivo. Se puede tener un problema de competencia por nutrimentos en la superficie en el caso de aplicaciones superficiales que no existiría en el caso de aplicaciones en banda por debajo de la capa de residuos superficiales. También los fertilizantes aplicados al voleo en la superficie se encuentran disponibles con más facilidad para las malezas que si se aplicaran en banda cerca de la zona radicular del cultivo.

4.7.1 Aplicación de fertilizantes en labranza de conservación.

En producción vegetal la fertilización es uno de los factores más relevantes, entendida ésta como la adición de nutrientes al sistema suelo-planta-agua, que sean capaces de influir positivamente en el desarrollo, rendimiento y calidad de los productos de cosecha.

Todas las plantas requieren de compuestos químicos básicos siendo los principales el nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, elementos fundamentales en la nutrición vegetal.

Es importante hacer énfasis en la fertilización balanceada de acuerdo al tipo de cultivo, entendiéndose por ésta, la aplicación necesaria de nutrientes en su momento requerido, sobre la base de la producción esperada, considerando las existencias de nutrientes en el suelo, mediante el análisis correspondiente.

El sistema de labranza de conservación permite manejar los fertilizantes tanto en aplicaciones superficiales como incorporadas, sin mostrar diferencias significativas en el rendimiento. Las recomendaciones prudentes serán seleccionar el tipo de producto comercial a usar, tomando en cuenta su naturaleza, volatilidad, tipo de suelo, pH, régimen de humedad y el cultivo entre otros.

Las experiencias de trabajos realizados, muestran que es necesario la aplicación adicional de nitrógeno en aquellos terrenos en los que se va a iniciar el sistema de labranza de conservación, a razón de un 20 % adicional al tratamiento normal que se aplica, ya que este nitrógeno será utilizado por los microorganismos que favorecen la descomposición de la materia orgánica, esta práctica solo se realizará durante dos o tres ciclos, después ya no es necesario.

En la labranza de conservación, se observan algunos cambios en la distribución de los nutrientes dentro del perfil, el efecto sobre el rendimiento en general no varían y que por el contrario tiende a aumentar por la mayor disponibilidad de agua para la planta al conservarse mejor la humedad.

Algunas dosis de fertilización recomendadas por el INIFAP para algunos cultivos en labranza de conservación, se muestra en la tabla número 13.

Tabla 13. Dosis de fertilización para cultivos en condiciones de temporal y labranza de conservación.

| Cultivo | Dosis (N - P - K) |
|---------|-------------------|
| Maíz | 120 - 60 - 30 |
| Frijol | 40 - 40 - 00 |
| Trigo | 90 - 40 - 00 |

Fuente: Figueroa, S B 1999

4.8 Maquinaria útil en Labranza de Conservación.

Los requerimientos de maquinaria, para adoptar el sistema de labranza de conservación son fundamentales, ya que estos equipos permitirán realizar las operaciones adecuada y oportunamente.

Los implementos básicos en la labranza de conservación son:

- **Sembradora de cero labranza.**
- **Aspersora.**
- **Cosechadora.**

La selección del equipo necesario depende en gran medida de la superficie a trabajar y del nivel económico del productor. Por ejemplo, si se trata de un productor con escasas dos hectáreas, lo más conveniente sería contratar a un maquilador para realizar las operaciones necesarias; por el contrario, si se trata de un productor que trabaja una superficie considerable, lo más conveniente será el adquirir los equipos necesarios, ya que en este caso se justifica la inversión.

4.8.1 Sembradora de cero labranza.

Los requisitos que deben cumplir este tipo de sembradoras son:

- Abrir un surco en la línea de siembra para depositar la semilla a la profundidad adecuada.
- Introducir la semilla al suelo de acuerdo con las exigencias del cultivo en cuanto a densidad.
- Cubrir la semilla y compactar el suelo alrededor de ella, de manera que facilite la germinación y emergencia.
- De operación sencilla.

Una sembradora con éstas características permitirá a los agricultores sembrar en el momento oportuno y obtener un buen establecimiento de la siembra, además, sembrar sin haber preparado el suelo.

No obstante, para que una sembradora de siembra directa pueda realizar las funciones antes señaladas, debe estar equipada con partes modificadas o adecuadas al tipo de suelo a sembrar. Por ejemplo, la función de abrir un surco para la semilla se ve obstaculizada por la presencia de residuos de la cosecha anterior en la superficie del suelo. Por consiguiente, en la parte delantera de los mecanismos destinados a abrir los surcos, se coloca un disco ondulado.

En las sembradoras para siembra directa, los discos son prácticamente estándar. Gracias a su forma, el disco puede cortar los desechos y arar una pequeña franja (2.5 – 5 cm) de suelo. Actualmente, existen compañías que fabrican y distribuyen sembradoras, y venden como equipo opcional, discos cortadores para realizar la siembra sobre residuos.

Las mismas sembradoras de siembra convencional pueden adaptarse para realizar siembra directa, para ello es importante acudir con personal capacitado que tenga las condiciones para realizar los cambios pertinentes.

Existen diferentes tamaños de sembradoras de cero labranza, para siembras en hilera y pueden ser de precisión o semi-precisión.

Por su tamaño, las hay de un surco, para pequeñas superficies y son para tracción animal, o las múltiples (dos, cuatro y seis surcos) para ser operadas con un tractor de mediana capacidad. Generalmente, todas las sembradoras tienen los componentes para realizar la fertilización al mismo tiempo de la siembra.

Existen sembradoras para cereales (de grano pequeño) de cero labranza, éstas poseen el mismo principio que las mencionadas arriba, con la diferencia de tener dispositivos para realizar la siembra de hileras más juntas (15–20 cm).

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

4.8.2 Aspersora.

La aspersora, es otro implemento necesario en labranza de conservación. En este sistema de producción, la aspersora tiende a sustituir al arado y la rastra, estos implementos utilizados tradicionalmente para eliminar malezas volteando la tierra, pero que a la vez requiere de mucha potencia, consumo de combustible, y desgaste de maquinaria. Ahora, el control de malezas se realizará con el uso de herbicidas y la aspersora es necesaria para aplicarlos.

Existen diferentes tamaños de aspersores; las manuales de mochila, las de tractor (accionadas por la toma de fuerza) y las autopropulsadas. El uso de cada una de ellas se justifica por la superficie de trabajo. De tal forma, que un productor que cuenta con una superficie reducida, bastará con el uso de una aspersora manual de mochila.

4.8.3 Cosechadora.

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, se coloquen esparcidores de paja en las máquinas cosechadoras, con la finalidad de distribuir homogéneamente los residuos, evitando con esto tener franjas de mayor concentración de paja y esto dificulte la siembra.

Generalmente, las máquinas cosechadoras son rentadas por personas que se dedican a maquilar y se desplazan a grandes distancias para tener el trabajo suficiente y por consiguiente poder recuperar la inversión, ya que estos equipos son muy costosos.

4.9 Labranza de Conservación y Productividad.

Un problema presente en las decisiones diarias del productor es el tiempo y la mano de obra disponible. Estas variables han ocasionado una tendencia a buscar ahorro en tiempo y la disminución de mano de obra a través del uso de maquinaria y equipos agrícolas más grandes, a fin de cubrir en un menor tiempo una superficie más amplia. Pero aun con estas herramientas, el agricultor utiliza más tiempo en la realización de operaciones de labranza que en cualquier otro aspecto de la producción del cultivo. A menudo esta operación demandante de tiempo entra en conflicto con operaciones cruciales en la producción, como lo es la siembra del cultivo.

Los beneficios de la reducción o eliminación de la labranza son fácilmente comprendidos en estos puntos críticos de competencia por el tiempo disponible para realizar una labor agrícola, ya que al eliminar las operaciones de labranza se puede proceder a realizar las otras operaciones del cultivo.

Sin embargo, la eliminación de la labranza no implica la solución a todos los problemas de la producción, ya que esta es una técnica de producción

compleja que requiere un grado alto de manejo y habilidad, ya que se da menos margen de error que con los sistemas tradicionales de labranza. Los avances logrados en los últimos 20 años, en términos de herramientas agrícolas y agroquímicos constituyen un arsenal que permite adecuar los sistemas de labranza de conservación a situaciones específicas por lo menos en alguna parte de la operación del cultivo o en algunas porciones del terreno del productor.

La labranza de conservación es un reto, aunque se sabe bien que la agricultura en las condiciones económicas actuales es de por sí un reto considerable, independientemente del sistema de labranza utilizado, es por eso que es conveniente considerar las ventajas competitivas que la labranza de conservación da al productor, a fin de poder ser exitoso en su actividad agrícola.

4.10 Labranza de Conservación y los Rendimientos.

Cuando se habla de los pros y contras de la labranza de conservación, el tópico referente al rendimiento toma un papel relevante. El potencial de rendimiento de cualquier sistema agrícola es de importancia extrema para los agricultores, ya que repercute directamente a su economía.

Un agricultor se preocupa profundamente sobre la conservación de sus recursos en el plazo largo, pero le preocupan las ganancias en el corto plazo.

No puede arriesgarse a tomar sistemas de producción que no le garanticen una buena producción tanto o mejor que los métodos tradicionales.

En un principio, el sistema de labranza de conservación sacrificaba los rendimientos potenciales del productor, debido a que no había equipos adecuados, el uso y tipo de herbicidas no eran los más apropiados, y el conocimiento del sistema era incipiente. También, existe la tendencia en los productores de probar las innovaciones en los terrenos de menor calidad. Esto produjo la impresión de que los sistemas de labranza de conservación producían menos que los sistemas tradicionales.

En la actualidad ya no es válido decir que la labranza de conservación produzca un rendimiento menor al de un sistema tradicional. Más aun, son de esperarse rendimientos mayores en aquellos años con sequías prolongadas, en los que la conservación de la humedad juega un papel relevante en el sostenimiento de los rendimientos del cultivo.

En muchos trabajos realizados por diversas instituciones, señalan que en la labranza de conservación siempre se obtienen mejores rendimientos comparados con un sistema de labranza tradicional, esto siempre y cuando las prácticas de manejo se hayan realizado adecuadamente.

Siempre existirán excepciones, y el tópico de rendimiento será el eje del debate durante los años venideros, tanto por los productores que favorecen el

sistema como aquellos que lo critican. Hay suelos que responden mejor a algún sistema de labranza tradicional y hay suelos que responderán mejor a la labranza de conservación. El clima puede favorecer a los cultivos laboreados en algunos años y a los cultivos con labranza de conservación en otros años. Las rotaciones de cultivo rendirán mejor bajo el sistema de labranza de conservación mientras que los monocultivos pueden rendir mejor con la labranza tradicional.

4.11 Costos de Producción en Labranza Tradicional Contra Labranza de Conservación.

De todas las razones para considerar la labranza de conservación, ninguna es más importante que los factores económicos que conforman este sistema de producción, y los productores visualizan esas ventajas en el corto plazo.

La labranza de conservación más que una nueva técnica agrícola es un tratamiento diferente de las labores fundamentales de siembra y el cuidado de los cultivos. El concepto de labranza de conservación desafía a muchas prácticas que los productores han creído y seguido por generaciones, por lo que la labranza de conservación es más bien un cambio en la filosofía de la producción de cultivos, que un cambio en los métodos del cultivo (Erenstein, O. 1996).

Los agricultores deben de tomar diversas decisiones con la finalidad de hacer eficiente la producción agrícola de sus tierras, y en la actualidad se enfrentan a la decisión de que tipo de sistema de labranza utilizar para la producción de un cultivo, y esta decisión está asociada a la cantidad de laboreo necesario para la producción en forma económica de un cultivo.

La tendencia hacia la disminución de la labranza se ha vuelto cada vez más importante en los últimos años, debido a los incrementos en los costos de producción. La fase última de esta tendencia es la eliminación total de la labranza.

Los beneficios más importantes que favorecen la tendencia a la labranza de conservación son: La conservación del suelo - agua y la reducción en los costos de producción.

La disminución en los costos de operación, entre la labranza tradicional contra la labranza de conservación, va a favor de esta última, teniéndose resultados de una disminución de los costos de producción para el ciclo P-V del 20 %, mientras que para O-I esta disminución llega a ser de hasta el 35 %.

Estos ahorros en costo se presentan principalmente en los conceptos de maquinaria , agua y herbicidas.

Como ejemplo se citan algunos resultados obtenidos por Ochoa, N. (1996), en el Centro de Desarrollo Tecnológico Villadiego, en Valle de Santiago Gto. En el cultivo de sorgo para grano.

Tabla 14. Costos de cultivo, resultados productivos y económicos en producción de sorgo para grano.

Ubicación de la parcela: Valle de Santiago, Gto.
 Ciclo: 89/89
 Ciclos con el sistema: 1
 Condiciones de cultivo: Riego

| CONCEPTO | L. DE CONSERVACIÓN Costo (\$ / ha) | L. TRADICIONAL. Costo (\$ / ha) |
|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Desvare | 40,000 | 40,000 |
| Rastros (2) | - | 100,000 |
| Emparejado | - | 50,000 |
| Siembra | 50,000 | 50,000 |
| Semilla | 77,000 | 110,000 |
| Fertilizante | 270,000 | 270,000 |
| Agua | 90,000 | 140,000 |
| Herbicidas | 80,000 | 80,000 |
| Escardas | - | 100,000 |
| Deshierbe | 35,000 | 213,000 |
| Insecticida | 60,000 | 60,000 |
| Cosecha | 322,500 | 225,000 |
| Subtotal | 1'024,500 | 1'438,000 |
| Intereses | 185,900 | 267,800 |
| TOTAL: | 1'210,400 | 1'705,800 |
| Rendimiento kg/ha | 12,900 | 9,000 |
| Precio de venta (\$/ton) | 440,000 | 340,000 |
| Ingresos (\$/ha) | 5'676,000 | 3'060,000 |
| Utilidad (\$/ha) | 4'465,600 | 1'354,200 |

Nota: La diferencia en el precio de venta se debió a que en el sistema de labranza de conservación se sembró y cosechó con anticipación al sistema tradicional y se realizaron todas las labores con oportunidad, incluyendo la comercialización.

De acuerdo con los resultados que se presentan en la tabla 14, se observa un mayor costo por unidad de superficie para el sistema tradicional de labranza,

con \$ 413,500 más por hectárea. Esta diferencia está dada principalmente por las actividades de labranza como rastra (2), emparejado y escardas.

Por otro lado, si analizamos el costo de producción por tonelada de sorgo, tenemos que en la labranza de conservación fue de \$ 93,829 contra \$ 159,777 para la labranza tradicional, existe una diferencia del orden del 70%. Estas grandes diferencias permitirán mayor utilidad para el sorgo producido en labranza de conservación aun considerando que se tenga un mismo precio de venta.

5. PROPUESTA METODOLOGICA.

En el Municipio de Tepetzotlán.

Se tiene un uso intensivo de maquinaria para el laboreo de tierras, lo que favorecido por la orografía de la región se ha provocado un progresivo deterioro del recurso suelo, con el constante abatimiento de la productividad de los predios y el incremento de los costos de producción.

Para hacer frente a la actual problemática, se propone la labranza de conservación como una alternativa tecnológica para la zona de temporal de este municipio, lo que permitirá conservar los recursos como el suelo, agua y además ser más productivos.

La labranza de conservación permite aprovechar mejor el agua de lluvia al evitar que esta compacte y erosione el suelo, ya que con la presencia de rastrojos sobre la superficie (2.0 ton. como mínimo) favorece que el agua se infiltre y esté disponible para cubrir las necesidades hídricas del cultivo en etapas críticas de desarrollo, reduciendo la pérdida de agua por evaporación.

El principio fundamental de la labranza de conservación es la cobertura o mantillo del suelo con los rastrojos de las cosechas de los cultivos anteriores los cuales tienen un efecto decisivo en evitar la erosión, disminuir la presencia de malezas, preservar la fertilidad del suelo, principalmente. Siendo

necesario para este nuevo sistema el uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de cero labranza, dispersores de rastrojo y el uso de herbicidas de bajo impacto ambiental.

El manejo de la labranza de conservación implica un nuevo enfoque integral de la agricultura orientado a la competitividad y preservación de los recursos, partiendo de un cambio de mentalidad para dejar el viejo paradigma del arado.

5.1 Requisitos para la Labranza de Conservación

- Eliminación de compactaciones la mayoría del suelo en el municipio de Tepetzotlán es arcillosa, y con un nivel bajo en materia orgánica. Estas condiciones favorecen que el suelo se compacte cuando pierde humedad. Por tanto, cuando se inicie con el sistema labranza de conservación, será necesario aflojar el suelo y dependiendo de las condiciones del suelo y disponibilidad de maquinaria se podrá realizar con subsuelo, arado o rastra.
- Corrección de pH. En el inicio, es importante partir de un análisis químico de suelos, para determinar la fertilidad del suelo y observar los cambios que se derivan con labranza de conservación. Con la adición de rastrojos después de varios ciclos, se tendrán cambios de pH. Entonces será conveniente considerar la adición de materiales que permitan corregir este dentro de los niveles deseados.

- Eliminación de malezas perennes: Cuando iniciemos con labranza de conservación, este punto no será necesario ya que a la preparación del terreno se podrán eliminar parte de las malezas existentes, pero después del primer ciclo no realizaremos ninguna labranza de preparación y entonces será necesario detectar la presencia de malezas y decidir su control. Con la aplicación de herbicidas (no por el hecho de no mover el suelo implica que se tenga que usar mayor cantidad de herbicidas).
- Una fertilización balanceada (N-P-K). Como se menciona anteriormente, es necesario partir del análisis de suelos de muestras representativas con la finalidad de encontrar las verdaderas carencias de fertilización y esto permitirá que se agregue lo necesario en fertilizantes.

5.2 Preparación de la Siembra.

En el primer ciclo la siembra se hará sin mantillo, por lo cual el tipo de sembradora a usarse puede ser la convencional, o de cero labranza. En cualquiera de las dos sembradoras a usarse no es necesario la formación de surcos, solo si existe pendientes considerables entonces el surcado debe realizarse en forma perpendicular a la pendiente, para evitar los escurrimientos de lluvia.

Al final del primer ciclo debe dejarse por lo menos una tercera parte de los rastrojos del cultivo y con ellos realizar una cobertura del suelo en forma homogénea.

A partir del segundo ciclo, cuando ya se tengan residuos de la cosecha anterior, la siembra y fertilización se realizaran sin haber movido el suelo, en este caso debe usarse sembradora de cero labranza, la cual lleva en la parte delantera un sistema de discos para cortar la paja y así permitir el paso y la aplicación de la semilla.

Los cultivos que se proponen son el maíz y frijol, ya que hoy en día estos se producen; además porque son dos cultivos que se siembran en hileras y la misma sembradora puede realizarlo. A medida que se dispongan de recursos el productor podrá adquirir más maquinaria para realizar siembras de cobertura.

5.2 Maíz bajo el sistema de labranza tradicional.

En la tabla 15 se presentan los paquetes tecnológicos, realizando una comparación del sistema tradicional y el de labranza de conservación ambos en los cultivos mencionados bajo condiciones de temporal.

Tabla 15. Cultivo de maíz en temporal con labranza tradicional.

| CONCEPTO | IMPLEMENTO O PRODUCTO A USAR | PERIODO DE APLICACIÓN | RECOMEN-DACION DE USO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|------------------------|---|-----------------------|-----------------------|------------|-----------------|-------------------|
| Aradura | Arado | Nov-dic | 1 | 1 ha. | \$ 400 00 | \$ 400.00 |
| Rastra | Rastra disc. | Mayo | 2 | 1 ha. | \$ 200.00 | \$ 200.00 |
| Siembra | Sembradora | 1-20 mayo | 3 | 1 ha | \$ 200.00 | \$ 200.00 |
| Semilla | Criolla | | | 25 0 kg | \$ 4 00 | \$ 100.00 |
| Fertilizante | 120-60-30 n. amonio s. triple c. potasio | En la siembra | 4 | 182.0 kg | \$ 1.52 | \$ 276 60 |
| | | | | 130.4 kg | \$ 2 10 | \$ 273 84 |
| | | | | 50.0 kg | \$ 1.98 | \$ 99.00 |
| Aplicación herbicida | Aspersora Esterón 47M Atranex 50sc | 15 de junio | 5 | 2 jornal | \$ 40.00 | \$ 80 00 |
| | | | | 1 litro | \$ 61.00 | \$ 61 00 |
| | | | | 1 litro | \$ 75.00 | \$ 75.00 |
| Escarda (2) | Cultivadora | jun 20-jul 30 | 6 | 2 ha | \$ 200.00 | \$ 400 00 |
| Fertilización | N. amonio | 2ª Escarda | | 182 0 Kg | \$ 1.52 | \$ 276.60 |
| Aplic. Fert. | M. de obra | | | 2 jornal | \$ 40.00 | \$ 80.00 |
| Cosecha | | | 7 | | | |
| Corte | M. de obra | 1-15 nov. | | 4 jornal | \$ 40 00 | \$ 160.00 |
| Amogotar | M. de obra | 1-15 nov. | | 6 jornal | \$ 40.00 | \$ 240 00 |
| Pizca | M. de obra | 15 diciembre | | 15 jornal | \$ 40.00 | \$ 600.00 |
| Transporte | | 15 diciembre | | 2 0 ton | \$ 30.00 | \$ 60 00 |
| Desgranado | Desgranadora | 20 diciembre | | 2 0 ton | \$ 80.00 | \$ 160.00 |
| SUBTOTAL | | | | | | \$ 3742 04 |
| Intereses * | Banrural | May-nov | | 6 meses | 1 31 % | \$ 294.12 |
| Total | | | | | | \$ 4036.16 |
| Rendimiento | | | | 2000 kg/ha | | |
| Precio de grano. ** | | | | | \$ 1350 ton | |
| Precio de rastrojo. ** | | | | | \$ 1000 ha. | |
| Ingresos. UTILIDAD | | | | | | \$ 3700 00 |
| | | | | | | \$ - 336.16 |

Fuente: * Banrural agosto del 2000.

** Precio de referencia en el municipio

Descripción de recomendaciones

- 1 Barbecho a 30 cm. De profundidad, después de la cosecha, es importante que haya humedad en el suelo.

- 2 Realizar la primera rastra aproximadamente después de la aradura para romper los terrones y conservar la humedad del suelo. La segunda rastra realizarla unos 8-15 días antes de la siembra.
- 3 La siembra realizarla con la sembradora convencional, y la fecha depende del establecimiento de temporal a una distancia entre plantas de 30 cm. Y 80 cm. Entre hileras.
- 4 Fertilización: Aplicar la fórmula 120-60-30, el nitrógeno aplicarlo en dos partes la primera al momento de la siembra mezclado con todo el fósforo y el potasio. La segunda aplicación solo con la otra mitad del nitrógeno al momento de la segunda escarda.
- 5 Cuando se realiza la siembra y hay buenas condiciones de humedad, la emergencia del cultivo se ve amenazado por la nacencia de malezas, es conveniente aplicar un herbicida para permitir que el cultivo desarrolle normalmente. Aplicar el herbicida Esterón 47M + 1lt. de Atranex en 200 l. de agua y aplicar dirigido sobre la maleza haciendo una cobertura total, cuando la maleza tenga una altura menor a 10 cm.
- 6 Realizar la primera escarda cuando la planta de maíz alcance una altura de por lo menos 20 cm. Y la segunda escarda cuando el maíz tenga una altura de 50 cm. Esta debe de levantar el surco para evitar la caída del cultivo.
- 7 Cosecha: Esta etapa comprendida en 4 actividades, a saber; el corte, amogotar, pizca y desgrane. El corte se realiza cuando la planta está totalmente madura (después del estado lechoso-masoso), y después se expone al sol para que pierda humedad hasta alcanzar aproximadamente un

12-14% de humedad, cuando esto ocurre se realiza la pizca, que consiste en separar la mazorca del resto de la planta y finalmente, cuando la mazorca tiene un 12% de humedad se realiza el desgrane y consiste en separar el grano del elote. Todas estas actividades requieren grandes cantidades de mano de obra.

5.3 Maíz bajo el Sistema de Labranza de Conservación.

Tabla 16. Propuesta del paquete tecnológico en el cultivo de maíz con labranza de conservación, bajo condiciones de temporal.

| CONCEPTO | IMPLEMENTO O PRODUCTO | PERIODO DE APLICACIÓN | RECOMEN-DACIÓN DE USO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| Aplicación Herbicida | Aspersora | 1-10 mayo | 1 | 2 jornales | \$ 40.00 | \$ 80.00 |
| | Faena | " | | 2 litros | \$ 90.00 | \$ 180.00 |
| Siembra | Semb. L.O | 1-20 mayo | 2 | 1 ha | \$ 200.00 | \$ 200.00 |
| Semilla Fertilización | 120-60-30 N. amonio S. triple C. potasio | en la siembra | 3 | 65.0 milares | \$ 12.50 | \$ 810.00 |
| | | | 4 | 363.6 kg | \$ 1.52 | \$ 552.70 |
| | | | | 130.4 kg | \$ 2.10 | \$ 273.84 |
| | | | | 50.0 kg | \$ 1.98 | \$ 99.00 |
| Insecticida | Diazinón 4% | en la siembra | 5 | 25.0 Kg | \$ 9.50 | \$ 237.50 |
| Aplicación Herbicida | Aspersora Esterón 47M | 20-30 junio | 6 | 2 jornales | \$ 40.00 | \$ 80.00 |
| | | | | 1.5 litros | \$ 61.00 | \$ 91.50 |
| Cosecha | Trilladora combinada | 15 noviembre | 7 | 1 ha | \$ 500.00 | \$ 500.00 |
| Transporte Seguro | Camión Agroasemex | 15 de nov | | 5.5 ton | \$ 30.00 | \$ 165.00 |
| | | May - nov | | 1 ha | \$ 300.19 | \$ 300.19 |
| SUBTOTAL | | | | | | \$ 3,569.73 |
| Intereses | Ban rural * | May-nov. | | 6 meses | 1.31 % | \$ 279.51 |
| Total | | | | | | \$ 3,849.2 |
| Rendimiento | ** | | | 5,500 kg/ha | | |
| Precio venta | | | | | \$ 1,350.00 | |
| Ingresos | | | | | ton | \$ 7,425.00 |
| Utilidad | | | | | | \$ 3,575.76 |

Fuente: * Banrural, agosto del 2000

** Precio medio de referencia.

Descripción de recomendaciones. Ver tabla 16.

1 Cuando se inicia con el sistema labranza de conservación y el suelo está compactado es necesario realizar una preparación de la cama de siembra, para lo cual es necesario realizar un subsoleo o arar y eliminar la maleza perenne. Si el terreno tiene pendiente será necesario realizar surcos perpendiculares a esta.

En ciclos posteriores no será necesario ninguna labor de preparación en su caso se realizará un control químico de maleza para facilitar el establecimiento del cultivo.

2 La siembra debe realizarse con sembradora labranza-cero, cuidando que deposite un promedio de 5 semillas / metro lineal y una distancia entre surcos de 80 cm. Con esto se evita la competencia del mismo cultivo y se favorece a que cada planta produzca una mazorca de tamaño regular.

Es importante cuidar la profundidad de siembra en las semillas híbridas para favorecer una buena emergencia y un rápido establecimiento del cultivo.

3 Semilla en la tabla 17 se especifica las características de los híbridos a usar, todos tienen la ventaja de ser más precoces que la mayoría de los materiales criollos y tienen un potencial de rendimiento mayor a estos y a los híbridos tradicionales, además tienen características para cosecharse en forma mecánica.

Tabla 17. Híbridos de maíz para temporal, recomendados para valles altos (2000-2500 msnm.)

| HIBRIDO | FECHA SIEMBRA | DIAS FLORACIÓN | D. MADUREZ FISIOLÓGICA | DIAS A COSECHA | COSECHA MECANICA |
|---------|---------------|----------------|------------------------|----------------|------------------|
| Halcón | Abril-mayo | 75 | 150 | 175 | Buena |
| Gavilán | 15abril-mayo | 72 | 145 | 170 | Buena |
| Niebla | 15 abril-mayo | 75 | 150 | 175 | Buena |
| H-40 | Mayo | 70 | 143 | 167 | Buena |
| H-42 | Mayo | 72 | 145 | 170 | Buena |
| H-44 | Mayo | 72 | 145 | 170 | Buena |
| H-48 | 15 abril-mayo | 75 | 150 | 175 | Buena |
| H-50 | 15 abril-mayo | 75 | 150 | 175 | Buena |
| SB-102 | mayo | 65 | 140 | 165 | Buena |

Fuente: Asgrow Mexicana, S.A. C.V., Ceres Internacional de Semillas, S.A. de C.V. y Semillas Berentsen, S.A. de C.V.

- 4 Fertilización: Esta se debe realizar al momento de la siembra ya que al mismo tiempo se realizan dos actividades, además de incorporar el fertilizante en la zona cercana a las raíces del cultivo y se evitan pérdidas por volatilización. Todo el fertilizante se adiciona al suelo en este momento.
- 5 Insecticida: El aplicar insecticida al suelo mezclado con fertilizante es con la finalidad de prevenir daños por plagas del suelo, ya que existe el antecedente de la gallina ciega en el municipio de Tepotzotlán.
- 6 Aplicación de herbicida: Esta es la segunda aplicación y es con la finalidad de mantener libre de malezas el cultivo, si solo existe maleza de hoja ancha, se logra un buen control con Esterón 47M en 1.5 lt por hectárea. Si Además como maleza, hay avena loca es conveniente utilizar el herbicida Titus en 50 gr./ha. Este se diluye en 200 lt de agua haciendo una cobertura total.

7 Esta se realiza con una trilladora combinada, en el momento que el grano tiene la humedad adecuada (12-14%). La trilladora debe tener esparcidores en la parte trasera para dispersar los residuos y continuar con el sistema de labranza de conservación.

5.5 Frijol bajo el Sistema de Labranza Tradicional.

Tabla 18. Cultivo de frijol en condiciones de temporal, con labranza tradicional.

| CONCEPTO | IMPLEMENTO O PROD. | PERIODO DE APLICACION | RECOMENDACION DE USO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Aradura | Arado | Nov-Dic | 1 | 1 ha. | \$ 400 00 | \$ 400 00 |
| Rastra | Rastra discos | Mayo | 2 | 1 ha | \$ 200 00 | \$ 200 00 |
| Siembra | Sep. Conv. | 1°-20junio | 3 | 1 ha. | \$ 200.00 | \$ 200.00 |
| Semilla | Cnolla | | | 50 Kg | \$ 10 00 | \$ 500 00 |
| Fertilización | 40-40-00 | siembra | 4 | | | |
| | N. de amonio | siembra | | 122 0 Kg | \$ 1 52 | \$ 185 44 |
| | S. triple | siembra | | 87 0 Kg | \$ 2 10 | \$ 182 70 |
| Escarda | Cultivadora | julio-agosto | 5 | 2 ha. | \$ 200 00 | \$ 400 00 |
| Aplicación herbicida | Asper. M.o. | julio | 6 | 2 jornales | \$ 40.00 | \$ 80 00 |
| | Flex | julio | | 1 litro | \$ 405.00 | \$ 405 00 |
| Aplic. Insecti. | Asper M.O. diazinon | agosto | 7 | 2 jornales | \$ 40 00 | \$ 80 00 |
| | | | | 1 litro | \$ 65 00 | \$ 65 00 |
| Cosecha | | | 8 | | | |
| Recolección | M. de Obra | octubre | | 10 jornales | \$ 40 00 | \$ 400 00 |
| Trilla | Trilladora combinada | noviembre | | 1 ha | \$ 400.00 | \$ 400 00 |
| Transporte | Camión. | noviembre | | 0 8 ton | \$ 30 00 | \$ 24 00 |
| SUBTOTAL | | | | | | |
| INTERES * | BANRURAL | May-nov | | 6 meses | 1.31 % | \$ 3,522.10 |
| Total | | | | | | \$ 275.78 |
| | | | | | | \$3797.92 |
| Rendimiento | ** | | | 800 kg/ha | | |
| Precio venta | | | | | \$ 7500 ton | |
| Ingresos | | | | | | \$ 6000.00 |
| Utilidad | | | | | | \$ 2,202.08 |

Fuente: * Bannrural, agosto del 2000

** Precio medio de referencia.

Descripción de recomendaciones. Ver tabla 18.

- 1 Aradura, profundidad a 30 cm. Después de la cosecha para evitar la compactación del suelo.
- 2 Rastra. Realizarla previamente a la siembra
- 3 Siembra. Se realiza con sembradora convencional, en surcos de 80 cm. de ancho con una dosis de siembra de 50 Kg. De semilla por hectárea.
- 4 La fertilización se realiza al momento de la siembra, para que el fertilizante se quede incorporado. Aplicar todo en este momento.
- 5 La escarda, se realiza con la finalidad de aflojar el suelo y controlar malezas, aunque a veces no es suficiente y será necesario utilizar herbicidas.
- 6 La aplicación de herbicida es fundamental para mantener libre de competencia al cultivo, ya que en presencia de maleza se ve reducido el rendimiento.

Aplicar el herbicida Flex diluido en 200 litros de agua, cuando la maleza no tenga más de 10 cm. de altura. Y haya buenas condiciones de humedad. Este herbicida controla maleza de hoja ancha. Si la maleza que predomina es gramínea, será necesario agregar Fusilade Biw en 0.5 a 1 lt. Por ha. Adicionado de flex.
- 7 Control de plagas. Es importante realizar un muestreo para determinar la especie, y sobre la base de la observación determinar el insecticida a aplicar. Pero normalmente las plagas comunes al frijol son la conchuela (Epilachna varivestis), el chapulín (Melanoplus sp) y el picudo del ejote

(Apion godmani). Para el control de estas plagas, se puede acudir al uso de pesticidas como el diazinón al 25%. Aunque se puede reducir el uso de pesticidas mediante el uso de variedades y fechas de siembra, por ejemplo la conchuela tiene más incidencia en variedades de ciclo tardío y el picudo del ejote en variedades precoces.

Para el control de enfermedades, es importante elegir variedades que sean resistentes a las enfermedades más comunes, como la roya (Uromyces phaseoli), antracnosis (Colletotrychum lindemuthianum), esta última se transmite regularmente por semilla y se puede reducir tratando a la semilla de siembra o usando semilla certificada.

Para el control de la roya, se puede corregir adecuadamente con aplicaciones dirigidas de mancozeb más oxiclورو de cobre, al inicio de los primeros síntomas.

- 8 Cosecha. Esta se realiza cuando la planta de frijol empieza a tomar un color verde amarillo, y con la pérdida de follaje, es el momento que puede cortarse la planta, ya que si se corta estando completamente seca la planta se tendrán mermas por romperse las vainas.

Al momento de realizar el corte es necesario poner las plantas en un lugar soleado para permitir un secado homogéneo, y de esta forma poder realizar la trilla, que consiste en separar el grano del resto de la planta. Esta labor puede realizarse en forma mecánica con una trilladora combinada o bien se puede realizar en forma manual, en este caso se golpea a las plantas con una madera y de esta forma se rompen las vainas

permitiendo la liberación del grano, finalmente se separan aprovechando las corrientes de aire o con la ayuda de un ventilador, quedando el grano libre de impurezas.

5.6 Frijol bajo el Sistema de Labranza de Conservación.

Tabla 19. Propuesta de paquete tecnológico en el cultivo de frijol con labranza de conservación, bajo condiciones de temporal.

| CONCEPTO | IMPLEMENTO O PRODUCTO A USAR | PERIODO DE APLICACIÓN | RECOMEN-DACION DE USO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---|--|---|
| Aplicación Herbicida | Aspers / M.O. Faena | 1-20 junio | 1 | 2 jornales | \$ 40.00 | \$ 80.00 |
| Siembra Semilla | Sembrad.L.O Mejorada | 1-20 junio | 2 | 2 litros 1ha. | \$ 90.00 \$ 200.00 | \$ 180.00 \$ 200.00 |
| Fertilización | 40-40-00 N. amonio S. triple | 1-20 junio a la siembra | 3 | 50 Kg | \$ 18.00 | \$ 900.00 |
| Insecticida | Diazinón 4%GR | a la siembra | al suelo | 121.21 Kg. 86.96 Kg. 25.00 Kg | \$ 1.52 \$ 2.10 \$ 9.50 | \$ 184.20 \$ 182.61 \$ 237.50 |
| Aplicación Herbicida | Aspers / M.O: Flex | 20 julio | 4 | 2 jornales | \$ 40.00 | \$ 80.00 |
| Aplicación Fert. Foliar y Hormonas | Aspers./ M.O: Cytokin Grow feed K-fol | 20 julio inicio floracion " | 5 | 1 litro 0.25 litro 1.0 Kg 1.0 Kg | \$ 405.00 \$ 254.10 \$ 26.00 \$ 42.00 | \$ 405.00 \$ 63.53 \$ 26.00 \$ 42.00 |
| Aplicación Fert. Foliar | Aspers/M:O: K-fol | 15 días después de la primera | 6 | 2 jornales 2.0 Kg | \$ 40.00 \$ 42.00 | \$ 80.00 \$ 84.00 |
| Cosecha | Mano obra | octubre | 7 | 12 jornal | \$ 40.00 | \$ 480.00 |
| Recolección Trilla | T. Combinada | noviembre " | | 1 ha. | \$ 400.00 | \$ 400.00 |
| Transporte Seguro | Agroasemex | jun-nov | 6 meses | 1 ton 1ha | \$ 30.00 \$ 300.19 | \$ 30.00 \$ 300.19 |
| SUBTOTAL INTERESES | BANRURAL * | Jun- nov | | 6 meses | 1.31 | \$ 3,955.03 \$ 309.68 |
| Total | | | | | | \$4264.71 |
| Rendimiento | ** | | | 1000 kg/ha | \$ 7500 ton | \$ 7500.00 |
| Precio venta Ingresos Utilidad | | | | | | \$ 7500.00 \$ 3235.29 |

Fuente: * Banrural, agosto del 2000

** Precios medio de referencia

Descripción de recomendaciones.

1 En este caso no hay preparación de terreno, de tal forma que, si hay maleza cuando se realice la siembra, previamente debe controlarse con un herbicida no residual, tal es el caso del Faena (Glifosato), este se aplica en dosis de 2-4 litros por hectárea, dependiendo del tipo y tamaño de maleza. La siembra se puede realizar inmediatamente después de la aplicación.

2 La siembra del frijol debe realizarse en las mismas hileras ocupadas antes por el maíz, ya sean surcos o bien en terreno plano. Ya se mencionó anteriormente, que en terrenos con pendientes es importante realizar surcos en forma perpendicular a la pendiente, esto con la finalidad de reducir los escurrimientos.

La siembra debe realizarse con sembradora de cero labranza, para que sobre los rastrojos del cultivo anterior se coloque adecuadamente la semilla. En la tabla 20 se mencionan las variedades recomendadas para este lugar.

3 Al momento de la siembra se puede realizar la fertilización, permitiendo colocar el fertilizante en la zona de las raíces del cultivo y se evita que haya pérdidas por volatilidad. En este caso debe aplicarse todo el fertilizante al momento de la siembra.

También a la mezcla de fertilizante se agrega el insecticida, para que sea dosificado adecuadamente y proteja al cultivo, ya que se tienen antecedentes de infestaciones de gallina ciega (Phyllophaga spp).

- 4 Como no se realizan escardas, será necesario realizar una aplicación de herbicida para el control de malezas, y en este caso se usará el herbicida Flex (fomesafen), en una dosis de 1 lt por hectárea, este se diluye en 200 litros de agua para aplicarse en cobertura total, la maleza no debe rebasar los 10 cm de altura.

Si se tiene antecedentes, de infestación con avena loca (Avena fatua), es conveniente usar el herbicida Lazo (Alaclor) aplicado en preemergencia para evitar la emergencia de esta maleza.
- 5 La aplicación de hormonas y fertilizantes foliares, es con la finalidad de estimular al cultivo a más producción. El momento oportuno es cuando el cultivo inicia la floración. Los productos que se mencionan, se diluyen en 200 litros de agua y se aplica sobre el follaje del cultivo, cuidando que existan buenas condiciones de humedad.
- 6 Después de 15 días, conviene realizar otra aplicación sola con fertilizante foliar. En este caso se diluyen en 200 litros de agua dos kilogramos de K-fol (0-20-55) y se aplica sobre el follaje del cultivo, esta aplicación favorece el buen llenado de grano, además mejora la calidad de éste.
- 7 Cosecha: En este caso se realiza en forma similar que en labranza tradicional, solo que al haber extraído el grano de la planta se recomienda dispersar los residuos sobre el suelo.

Tabla 20. Variedades de frijol recomendadas para temporal, en valles altos, en el sistema labranza de conservación.

| VARIEDAD | FECHA DE SIEMBRA | DENSIDAD DE SIEMBRA (KG/HA) | DISTANCIA ENTRE SURCOS CM | SEM. POR METRO LINEAL | DENSIDAD DE POB. (PL./HA.) |
|---|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
| MATA Flor de Durazno Bayomex Canario 107 | 15-30 junio | 50-70 | 70 | 10-12 | 170,000 |
| SEMIGUIA Bayo mecentral Flor de mayo Negro jamapa Bayo Zacatecas | 1-20 junio | 45-60 | 75 | 8-10 | 125,000 |

FUENTE: SARH, 1989.

5.7 Beneficios Esperados.

Es importante establecer las bases para optar por la propuesta de la labranza de conservación, y el productor siempre estará interesado cuando algún cambio le asegure beneficios económicos en el corto plazo.

A continuación se hace una comparación de las ventajas económicas que se obtienen con el uso de la labranza de conservación y labranza tradicional, y se retoman los costos que se derivan de cada uno de ellos por cultivo para analizar las ventajas que ofrecen.

Tabla 21. Comparación de costo beneficio de los sistemas labranza de conservación y labranza tradicional, en el cultivo de maíz.

| SISTEMA DE LABANZA | | | |
|-------------------------------------|-----------|--------------|------------|
| CONCEPTO | TRADICION | CONSERVACION | DIFERENCIA |
| COSTO TOTAL DE LA PRODUCCIÓN | 4036 16 | 3849 20 | 186.96 |
| VENTA TOTAL DE LA PRODUCCIÓN | 3700 00 | 7425.00 | 3725.00 |
| UTILIDAD NETA | -336 16 | 3575 76 | 3911 92 |
| RELACIÓN BENEFICIO /COSTO | 0.92 | 1 93 | 1.01 |

Del cuadro anterior, se observa un mayor costo de producción en la labranza tradicional, este incremento está dado básicamente por la labranza de preparación, labores de cultivo y el exceso de mano de obra ocupada en la cosecha, por otro lado se tiene un menor ingreso por concepto de venta de la producción, esto debido a los bajos rendimientos obtenidos por el bajo nivel tecnológico y suelos empobrecidos.

Cabe hacer mención, que aún con la extracción de rastrojo que se realiza en labranza tradicional para su venta posterior, no se recupera la inversión inicial, lo que favorece a la descapitalización de los productores, y por tanto no se invierte en la conservación de los recursos.

La producción de rastrojo está directamente relacionada con la producción de grano, esto quiere decir, que a medida que aumentamos el rendimiento de grano se aumenta la producción de rastrojo, para el caso de maíz. Lo anterior favorece a dos partes, en primera proporciona beneficios económicos al

productor y en segunda este al percibir un beneficio, tendrá la posibilidad de dejar al menos parte del rastrojo producido y de esta forma mejorar las condiciones del suelo.

Tabla 22. Comparación de costo-beneficio de los sistemas de labranza de conservación y labranza tradicional, en el cultivo de frijol.

| CONCEPTO | SISTEMA DE LABRANZA | | DIFERENCIA |
|------------------------------|---------------------|--------------|------------|
| | TRADICIONAL | CONSERVACIÓN | |
| COSTO TOTAL DE LA PRODUCCIÓN | 3,797.92 | 4,264.71 | 466.79 |
| VENTA TOTAL DE LA PRODUCCIÓN | 6,000.00 | 7,500.00 | 1,500.00 |
| UTILIDAD | 2,202.08 | 3,235.29 | 1,033.21 |
| RELACIÓN B/C | 1.58 | 1.76 | 0.18 |

Para el caso del cultivo de frijol, se observa en la tabla 22, que el productor percibe beneficios económicos, pero es mayor el obtenido en el sistema de labranza de conservación, además los beneficios aportados al suelo tendrán repercusiones favorables en el corto y mediano plazo.

5.8 Estrategias para la Transferencia del Sistema Labranza de Conservación.

La participación directa de técnicos, productores e instituciones será de importancia para la transferencia del sistema de labranza de conservación. Por tal motivo, la canalización de recursos estará orientada a los productores que, sin importar el estrato, cuenten con la disponibilidad necesaria para adoptar y transferir el sistema, y sobre todo que esté, dispuestos a asumir los riesgos implícitos, que sean innovadores y participativos en todas las fases del proceso.

El FIRA (Fideicomisos Instituidos con relación a la Agricultura), ha logrado excelentes resultados en la adopción y transferencia de tecnología hacia productores de bajo nivel tecnológico; así mismo, los Programas de Aplicación Tecnológica, instrumentos creados por la Banca y apoyados por FIRA, han permitido una mayor incidencia en el proceso de transferencia de tecnología, los cuales han generado un efecto multiplicador en la adopción de las tecnologías.

Para permitir la transferencia de tecnología de labranza de conservación es necesario la capacitación, el establecimiento de parcelas demostrativas, la asistencia técnica y la divulgación.

5.8.1 Capacitación.

Dentro del proceso de transferencia tecnológica, la capacitación constituye las bases para poder adoptar el sistema con éxito. Pues de nada nos sirve demostrar los resultados de la aplicación de la labranza de conservación, si no capacitamos al personal que ejecuta la transferencia (técnicos y productores), sobre las actividades a realizar para la correcta implantación del sistema.

Una de las instituciones de capacitación de labranza de conservación es sin duda el Centro de Desarrollo Tecnológico Villa Diego, que tiene como

objetivos prioritarios la formación de Asesores en el sistema de labranza de conservación.

La capacitación debe estar orientada también a los productores, para mejorar los problemas de erosión, ahorro en costos de maquinaria y sobre todo realizar las siembras más ajustadas a las fechas óptimas.

5.8.2 Parcelas demostrativas.

Los eventos demostrativos son un complemento estratégico para dar a conocer los resultados derivados de los cambios tecnológicos que están siendo incorporados en las parcelas y unidades demostrativas, mismos que podrán constatarse en forma objetiva en el ámbito de campo por los asistentes. Asimismo, este instrumento facilita que lo desarrollado en dichos eventos se difunda a través de diversos medios de comunicación.

Las acciones que se realicen en las parcelas deben ser programadas cuidadosamente y sobre todo debe especificarse lo que se pretende obtener de las demostraciones. Al mismo tiempo, los objetivos pueden ser evaluados a la cosecha.

Con el propósito de facilitar y dar efectividad al desarrollo de esfuerzos hacia la transferencia del sistema de labranza de conservación, FIRA cuenta con

apoyos específicos, y que se pueden retomar para cumplir con este objetivo en el Municipio de Tepetzotlán, los apoyos se mencionan a continuación:

➤ Reembolsos por validación y demostración.

Este apoyo permite que FIRA reembolse honorarios a personal técnico externo que participe en forma activa en el desarrollo de parcelas y unidades demostrativas.

➤ Elaboración de Diagnósticos.

FIRA podrá rembolsar a personal Técnico y productores, o despachos de asesoría, los costos por elaboración de diagnósticos zonales con base de un programa y presupuesto previamente negociado. Tales diagnósticos tendrán como propósito identificar las tecnologías aplicadas en una zona, en líneas de producción específica analizar y evaluar los resultados asociados, así como el potencial para promover el sistema de labranza de conservación.

5.8.3 Asesoría Técnica.

La asesoría técnica es fundamental en el sistema de labranza de conservación, y por tanto debe existir en forma permanente para que se pueda difundir esta técnica a la mayoría de los productores. La asesoría técnica debe ser integral, tomando en cuenta aspectos técnicos de la producción y comercialización; que asegure el crecimiento y desarrollo económico de los productores.

5.8.4 Divulgación.

La divulgación juega un papel importante en el proceso de transferencia de tecnología; el FIRA, apoya a los resultados de éxito de las parcelas y unidades demostrativas de labranza de conservación, y para ello se hará uso de diversos medios de divulgación para darlos a conocer en la zona, propiciando de esta forma la adopción de tecnología.

5.9 Participación de Instituciones en la Transferencia de Tecnología.

5.9.1 FIRA. Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura.

El FIRA, a través de los Centros de Desarrollo Tecnológico ha impulsado la transferencia de tecnología, y en el caso de la labranza de conservación, el Centro de Desarrollo Tecnológico Villadiego, funciona como líder nacional en la aplicación del sistema de labranza de conservación, siendo sus actividades orientadas al apoyo de las siguientes funciones: Introducción, validación y demostración de tecnología de labranza de conservación, cursos de capacitación entre otros apoyos, para inducir a la adopción de tecnología.

5.9.2 Banca participante.

La función de la Banca es fundamental dentro del proceso de transferencia del sistema de labranza de conservación, ya que además de canalizar recursos crediticios, cuenta o puede contar con el apoyo de estructuras técnicas propios o externas que participan en labores de promoción, administración y supervisión.

El establecimiento de dichas estructuras deberá obedecer a una estrategia integral de la banca, en apoyo al desarrollo del sector rural.

5.9.3 Canalización de recursos a través de Programas Federales.

La Alianza para el Campo, se enmarca dentro del Programa Nacional Agropecuario, como un Programa Integral con visión a largo plazo dentro del Plan Nacional de Desarrollo 1995- 2000.

La transferencia de tecnología en la alianza, se impulsa mediante la creación de Fundaciones Estatales de Transferencia de Tecnología, operadas directamente por los productores.

Como programas específicos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, está el PROCAMPO, que inició en 1994, cuyos apoyos al productor serán actualizados a la inflación y tienen una duración de 15 años. Otro programa importante es el Produce, el cual se otorgará en términos reales, con subsidios directos durante cinco años, que se iniciaron con las modalidades siguientes:

- 1) La capitalización.
- 2) La reconversión productiva.
- 3) La preservación de los recursos naturales.

En la capitalización se consideran los siguientes subsidios a los productores:

- 1) Hasta el 50% del costo de aspersores, yuntas y multibarras.
- 2) Hasta el 20% del costo de tractores, sembradoras de precisión y/o implementos para labranza de conservación.
- 3) Hasta el 35% de subsidio en la introducción de equipos de ferti-irrigación.
- 4) Adicionalmente, el Gobierno Estatal aporta un 10 % de los precios de lista de cada equipo en promedio.

Es importante observar la convergencia de apoyos federales y estatales para la implementación del sistema labranza de conservación y retomarlos, constituye parte de las estrategias de adopción del sistema de labranza de conservación.

6. CONCLUSIONES.

La agricultura en el Municipio de Tepetzotlán, está integrada por una zona básicamente de temporal, el ejercer en forma consciente y científica la acción de conservar el suelo y el agua, constituye uno de los pasos más importantes para el avance en la producción agrícola, así como para la protección del ambiente.

Sobre las principales ventajas ecológicas que se tienen al usar el sistema de labranza de conservación, se concluye lo siguiente.

- Incrementa la actividad microbiana y consecuentemente la fertilidad del suelo, por la misma descomposición de los residuos orgánicos.
- Conserva una mayor cantidad de humedad en el suelo y a la vez mantiene la temperatura más uniforme en el mismo.
- Reduce la pérdida del suelo hasta en un 100%, siempre y cuando la cobertura del suelo con mantillo sea total y en pendientes no mayores a un 6%.

Sobre la contribución de este sistema a la productividad de la agricultura, podemos decir:

- Hay ahorros de capital en cantidad de maquinaria, debido al menor uso de equipo para realizar las actividades de cultivo con el sistema de labranza de conservación, por lo que la inversión en este sentido se reduce significativamente.
- Ahorro en reposición de maquinaria y combustible, al favorecer un menor desgaste en los equipos al disminuir su uso, y a la vez reducir el consumo de combustible.
- En el sistema Labranza de Conservación la productividad es mayor comparativamente con el sistema tradicional, ya que se produce más eficientemente a costos menores.

La Labranza de Conservación, puede incorporarse a la cultura de los productores de este Municipio, apoyándose en estrategias para la transferencia, como lo son la capacitación, asesoría técnica y el establecimiento de parcelas demostrativas, con el fin de acelerar la adopción y permitir al productor tener las condiciones para que tengan acceso a créditos de la Banca participante.

Dentro de los programas como Alianza para el Campo, se encuentra la convergencia de la transferencia de la tecnología de la labranza de conservación, mismas que los productores de este municipio pueden retomar, como una estrategia para incrementar la producción y la productividad de la agricultura que aquí se practica.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. Agricultura sustentable. Vol. 2, Num. 1.
2. Agro cultura. Año 10, Num. 62, enero del 2000.
3. Barnett, J. Tendencias de adopción en sistemas de labranza de conservación. Documento de trabajo CIMMYT/PROCIANDINO. El Batán México, pp. 13 – 17 1989.
4. Bolaños, J. Suelos en relación a labranza de conservación: Aspectos físicos. Documento de trabajo CIMMYT/PROCIANDINO. El Batán México, pp. 19 - 41 1989.
5. Crovetto, C. La cero labranza de conservación, los rastrojos y la fertilidad de los suelos. 4° Foro Internacional de Labranza de Conservación. Memorias. FIRA. 1998.
6. Diccionario de especialidades agroquímicas. 7ª. Edición. Ediciones PLM, S. A. de C. V., México D. F. 1997.
7. Doran, J. W. 1980. Soil Microbiol and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. 765-771.
8. El surco. Año 101, trimestre Num. 1 , 1996.
9. Figueroa, S. B. 1999. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. Colegio de Postgraduados, Chapingo México.
10. González, R. L. El sistema de labranza de conservación, fundamentos básicos. Industria de Agroquímicos. Año 4, Num. 10, pp. 26-34. Abril del 2000.

11. González, R. L. Labranza de conservación, una alternativa para el agro Mexicano. FIRA, Boletín Informativo, Num 281, Vol. XXIX, abril 1996.
12. Kocher, F. Labranza de conservación. Boletín Informativo FIRA. Num. 221 Vol. XXIII, nov de 1990.
13. La modernización del riego, base de una agricultura competitiva y sustentable. FIRA, Boletín Informativo Num. 303, Vol. XXXI, febrero de 1998.
14. La nueva era, en la agricultura. Año 5, Num. 1 primavera del 2000.
15. Labranza de conservación para una agricultura sustentable. FIRA. Boletín Informativo, Núm 222, Vol. XXIII, diciembre 1990.
16. Lemunyon, L.J. Efectos de labranza de conservación sobre las características físicas y químicas del suelo. Ponencia del 1er. Simposio Internacional de Labranza de Conservación. Octubre de 1989. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México.
17. Muhtar, H. A. Una sembradora tipo labranza cero para países en desarrollo. Documento de trabajo CIMMYT/PROCIANDINO. El Batán México, pp 189 - 195 1989.
18. Neri, V. G. 1999. Tepetzotlán, monografía municipal. Instituto Mexiquense de Cultura.
19. Producción de grano bajo el sistema de labranza de conservación y ferti-irrigación. Fundación Produce, Sinaloa México, 1999.

20. Programa Agropecuario y Desarrollo Rural 1995 – 2000. Poder Ejecutivo Federal. 1997.
21. Programa de Aseguramiento Agrícola en el Estado de México. Sedagro – Agroasemex, 1999 – 2005.
22. Programas y Proyectos en Apoyo al Campo. Alianza para el Campo SAGAR- CEA 1997.
23. Rodríguez, L. S. 1987. Efectos de los sistemas de labranza convencional y de conservación, sobre las propiedades físicas, contenido de humedad, escurrimiento y pérdida de suelo en el cultivo de maíz, en Llano Grande México. Tesis de licenciatura. UACH. Chapingo México.
24. Ruiz, F. J. Manejo y conservación de suelo y agua. Primera Reunión Nacional, 12-15 de agosto de 1992. Grupo de Conservación de Suelo y Agua, AC. Colegio de Postgraduados, Montecillo México.
25. SARH, Variedades autorizadas de los principales cultivos con las indicaciones para las épocas de siembra y cosecha, ciclo primavera –verano 1989.
26. Tasistro, A. Selección de herbicidas para el cultivo de maíz en el sistema de labranza de conservación. Documento de trabajo CIMMYT/PROCIANDINO. El Batán México pp. 145 – 153. 1989.
27. Tecnología para la producción de maíz de punta de riego bajo el sistema de siembra directa en el Bajío. FIRA, despegable Num. 0399. 1999.

28. Turrent, F. A. 1987. Un panorama de la agricultura en México, 1ª. Edición, C.E.C.S.A. D. F. México.
29. Violic, A. D. Labranza convencional y labranza de conservación: Definición de conceptos. Documento de trabajo CIMMYT PROCIANDINO. El Batán México, pp 5-12 1989.