



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
"Cuautitlán"



TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION AGRICOLA ACTUAL

LA IMPORTANCIA DE LA LABRANZA DE CONSERVACION
EN LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A:

CESAR JIMENEZ GARCIA

ASESOR: ING. CARLOS GOMEZ GARCIA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1995

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MÉXICO

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

ASUNTO: OFICIO DE TERMINACION
DE LA PRUEBA ESCRITA.

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S.-C.

Con base en los art. 19 y 20 del Reglamento General de Exámenes, informo a ud., que ha sido
concluido el trabajo de Seminario: Tópicos Selectos de la Producción Agrícola

Actual. La Importancia de la Labranza de
Conservación en la Agricultura Sustentable.

que presenta el pasante: César Jiménez García
con número de cuenta: 7621542-5 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Bajo mi asesoría, cubriendo los requisitos académicos.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 21 de febrero de 199 5.

Ing. Carlos Gómez García
NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

Rafael Rodríguez Ceballos
C.V. Bo. DEPARTAMENTO DE EXAMENES
PROFESIONALES

UAE/DEP/ATDI

EXAMENES PROFESIONALES

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM por brindarme la oportunidad para llevar a cabo mis estudios.

Al Ing. Carlos Gómez García por su asesoría para la elaboración de este documento.

Al M. C. Jorge Alvarado López por su apoyo técnico y científico en la redacción de este trabajo.

Al Dr. Edvino Josafat por su apoyo y sus consejos.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Sra. María de Jesús García Nicolás y al Sr. Salomón Jiménez García.

A mis hermanos:

Elvia, Hector, Alvaro, Esperanza, Sabino, Lilla, Medardo y Roselda.

A mi esposa Olga.

A mi hijo César.

A mis sobrinos.

El agua, el aire, el suelo y el sol generan la vida en esta hermosa tierra.

Sólo te pido que no contamines más si quieres tu vida y amas a tus hijos; entonces, no contamines el agua, el suelo, ni el aire y así el sol, la luna y las estrellas siempre brillarán.

César Jiménez García.

INDICE

	Pag.
INDICE DE CUADROS	1
INDICE DE ABREVIATURAS	3
SIGLAS.....	4
1. INTRODUCCION.....	5
2. OBJETIVOS	7
3. HIPOTESIS	8
4. REVISION DE LITERATURA.....	9
4.1 Concepto de Agricultura Sustentable	9
4.2 Antecedentes de la Agricultura Sustentable	10
4.2.1 Prioridades de la agricultura sustentable	14
4.2.2 La sustentabilidad del sector rural en México	15
4.3 La Labranza de Conservación en la Agricultura Sustentable.....	15
4.3.1 Erosión del suelo	19
4.3.2 Suelos aptos en cero labranza	23
4.3.3 Cultivos aptos en cero labranza.....	25
4.3.3.1 Maíz.....	25
4.3.3.2 Soya.....	27
4.3.3.3 Frijol	27
4.3.3.4 Girasol.....	27
4.3.3.5 Trigo.....	28
4.3.3.6 Otros cultivos de cereales	28
4.3.3.7 Brócoli.....	29
4.3.3.8 Alfalfa.....	29
4.3.3.9 Huertos frutales y viñedos.....	30
4.4 Control de Malezas.....	31
4.4.1 Herbicidas.....	32
4.4.1.1 Herbicidas sistémicos de presembrado.....	32
4.4.1.2 Herbicidas residuales selectivos.....	33
4.4.1.3 Herbicidas sistémicos residuales.....	33
4.4.1.4 Herbicidas sistémicos selectivos.....	34
4.4.1.5 Herbicidas sistémicos graminicidas.....	34
4.4.1.6 Herbicidas hormonales.....	35
4.4.1.7 Herbicidas de contacto.....	35
4.4.1.8 Herbicidas de contacto selectivos	35
4.5 Equipos de Labranza de Conservación.....	35
4.5.1 Cosechadoras de granos.....	37
4.5.2 Aspersoras	37
4.5.3 Sembradoras de cero labranza	37
4.5.3.1 Tipos de sembradoras de labranza de conservación	39
4.6 Fertilización en Labranza de Conservación	42
4.6.1 Nitrógeno	43
4.6.2 Fósforo	46
4.6.3 Potasio.....	48
4.6.4 La materia orgánica y el fósforo	51
4.6.5 La materia orgánica y el pH del suelo.....	51

4.7 Labranza Convencional contra Labranza de Conservación.....	54
4.7.1 Algunas ventajas de la labranza de conservación.....	57
4.7.2 Algunas desventajas de la labranza de conservación.....	61
4.7.3 Algunas desventajas de la labranza convencional.....	62
4.8 Transferencia de Tecnología.....	62
4.8.1 Bases para la transferencia de tecnologías.....	63
4.8.2 Medios para la transferencia de tecnología.....	63
4.8.3 Esquema de transferencia de tecnología a partir de 1991.....	66
4.8.4 Concepto actual de asistencia técnica integral.....	67
4.8.5 Herramientas en el proceso de transferencia de tecnología.....	67
4.8.6 Puntos para medir el impacto de transferencia de tecnología.....	69
4.8.7 Experiencias de FIRA - "Villa Diego".....	69
4.9 Costo de Labranza de Conservación y Labranza Convencional.....	72
4.9.1 Costos y productividad.....	72
4.9.2 Costos, rendimientos y rentabilidad del sistema de labranza de conservación, en el Bajío, Centro Demostrativo "Villa Diego" - FIRA, Valle de Santiago, Gto.....	77
4.10 Perspectivas de la Agricultura Mexicana dentro del Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México.....	81
4.11 Modificación al Artículo 27 Constitucional.....	85
4.12 Política Económica Aplicada al Sector Agropecuario.....	85
4.12.1 El factor agroclimático en el rendimiento.....	89
4.12.2 Desventajas en políticas agrícolas.....	90
4.12.3 Estrategias para bajar costos en Estados Unidos.....	91
5. PROPUESTA METODOLOGICA.....	93
5.1 Propuesta de Paquetes Tecnológicos.....	93
5.1.1 Trigo bajo el sistema de labranza convencional.....	94
5.1.2 Trigo bajo el sistema de labranza de conservación.....	97
5.1.3 Maíz bajo el sistema de labranza convencional.....	100
5.1.4 Maíz bajo el sistema de labranza de conservación.....	103
5.1.5 Frijol bajo el sistema de labranza convencional.....	108
5.1.6 Frijol bajo el sistema de labranza de conservación.....	110
6. RESULTADOS ESPERADOS.....	114
6.1 Comparación de Resultados de las Propuestas.....	114
6.2 Métodos para Transferir la Tecnología.....	115
6.2.1 Cursos.....	116
6.2.2 Parcelas demostrativas.....	118
6.2.3 Asesoría técnica.....	119
6.3 Apoyo de Instituciones y Políticas de Financiamiento para Transferir Tecnología.....	119
6.3.1 BANRURAL.....	120
6.3.2 FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura.....	121
6.3.3 FIRCO. Fideicomiso de Riesgo Compartido.....	123
6.4 Instituciones y Proyectos de Investigación.....	125
7. CONCLUSIONES.....	128
8. BIBLIOGRAFIA.....	132

INDICE DE CUADROS

No. de cuadro	Pág.
1	18
2	20
3	21
4	48
5	53
6	58
7	58
8	59
9	59
10	80
11	80
12	81
13	72
14	75
15	76
16	77
17	78
18	78
19	79
20	79
21	80
22	80
23	88
24	88
25	89
26	94
27	96
28	97

29	Paquete tecnológico propuesto en el cultivo de maíz en el sistema labranza convencional en condiciones de temporal.....	100
30	Variedades de maíz recomendadas para la Mesa Central de México	103
31	Paquete tecnológico propuesto en el cultivo de maíz en el sistema labranza de conservación en condiciones de temporal	103
32	Paquete tecnológico propuesto en el cultivo de frijol en el sistema labranza convencional en condiciones de temporal.....	106
33	Variedades de frijol recomendadas para la Mesa Central de México.....	110
34	Paquete tecnológico propuesto en el cultivo de frijol en el sistema labranza de conservación en condiciones de temporal	110
35	Comparación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de trigo.....	114
36	Comparación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de maíz.....	114
37	Comparación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de frijol.....	115

INDICE DE ABREVIATURAS

Abreviaturas	Significado
t	Toneladas
%	Porcentaje
ha	hectárea
km ²	kilómetros cuadrados
CO ₂	Bióxido de carbono
C ₄	Carbono 4
E.C.	Emulsión concentrada
kg	kilogramos
L	litros
L-0	Labranza cero
HP	Caballos de fuerza
mm	Milímetros
cm	Centímetros
h	Hora
pH	Potencial de hidrógeno
N	Nitrógeno
P	Fósforo
K	Potasio
H	Hidrógeno
Fe	Hierro
Al	Aluminio
Mn	Manganeso
Cu	Cobre
Zn	Zinc
Na	Sodio
HNO ₃	Acido nítrico
(NH ₄) ₂ SO ₄	Sulfato de amonio
NH ₃	Amoníaco
H ₂ PO ₄	Acido fosfórico
P ₂ O ₅	Pentóxido de fósforo
OH	Ion hidroxilo
KCL	Cloruro de potasio
C/N	Relación carbono nitrógeno
K/Ca	Relación potasio calcio
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
ppm	Partes por millón
m	Metros
m ³	Metro cúbico
Cal	Calorías
Ht	horas tractor
US\$	Dólares
NS	Nuevos pesos

TLC	Tratado de Libre Comercio
Art.	Artículo
P.V.	Primavera - Verano
O.I.	Otoño - Invierno
1a.	Primera
2a.	Segunda
Fert.	Fertilización
Aplic.	Aplicación
Herb.	Herbicida
Insec.	Insecticida
TGD	Total de gastos directos
TGI	Total de gastos indirectos
paq.	Paquete
Rend.	Rendimiento
PMR	Precio Medio Rural
B/C	Relación Beneficio-costo
OP	Otros productores
PBI	Productores de bajos ingresos

SIGLAS

CMMDA	Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo
ONU	Organización de las Naciones Unidas
FIRA	Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura
PIPMA	Programa de Incremento a la Producción de Maíz
UACH	Universidad Autónoma de Chapingo
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
SEDAGRO	Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
BANRURAL	Banco Nacional de Crédito Rural
PRONASE	Productora Nacional de Semillas
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo
C.P.	Colegio de Postgraduados
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
ICAMEX	Instituto de Capacitación Agropecuaria del Estado de México
PRONASOL	Programa Nacional de Solidaridad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
FEGA	Fondo Especial de Asistencia Técnica y Garantías para Créditos Agropecuarios
CETES	Certificados de la Tesorería de la Federación
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
CYTEM	Ciencia y Tecnología del Estado de México
CIRAD-CA	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo - Departamento de Cultivos Anuales.

1. INTRODUCCION

El desarrollo agrícola debe estar enfocado a satisfacer las necesidades de alimentos de la población, llevando a cabo prácticas que disminuyan el deterioro ambiental y la reducción de costos. Es importante tomar en cuenta que conforme ha progresado la tecnología en la agricultura a nivel mundial, de manera paralela se presenta un incremento en la contaminación del medio ambiente en general y por otro lado un incremento desproporcionado de la población; se calcula que cada segundo dos seres humanos se agregan a la población, especialmente en los países llamados en desarrollo, ubicados en América Latina, África y Asia.

El crecimiento demográfico trae consigo muchas necesidades como: demanda de servicios, de alimentos, y de viviendas, además de grandes zonas agrícolas desplazadas por las zonas urbanas y consecuentemente un uso intensivo e irracional de los recursos naturales y un fuerte grado de contaminación del medio ambiente.

Malthus señaló el peligro hace 174 años aproximadamente. El subrayó la amenaza de que la población se incrementará más rápidamente que el abastecimiento de alimentos. Se debe reconocer el hecho de que el alimento adecuado es únicamente el primer requisito para vivir, entonces el hombre debe ser capaz de preservar los recursos naturales y llevar a cabo una agricultura sustentable, así como balancear el crecimiento de la población con la capacidad del ambiente a escala mundial (Bourlaug, 1970).

Se considera que una opción enfocada a una agricultura sustentable es la "labranza de conservación" (labranza cero, non-tillage o siembra directa) que no sólo

trata de disminuir el número de pasos de maquinaria sobre el terreno, sino que está enfocada a la conservación de los recursos y sobre todo del recurso fundamental que es el suelo.

Esto llevaría a un menor consumo de energía, menor número de pasos de maquinaria sobre el terreno, menores costos de producción y mayor conservación de humedad, entre otros aspectos.

En el presente trabajo se analizará la aplicación de la labranza de conservación en los cultivos de: trigo, maíz y frijol, ya que son los cultivos básicos de alimentación del pueblo mexicano.

Así también, se tratará el tema de cómo transferir la tecnología generada por las instituciones que están investigando e impulsando la "labranza de conservación".

Todo lo anterior con la finalidad de impulsar la productividad de la agricultura y la conservación de los recursos naturales. Sin que se dé prioridad a la productividad sobre la conservación, condiciones elementales para practicar la agricultura sustentable.

2. OBJETIVOS

- 1. Conocer los factores importantes para la adopción y la práctica del sistema de labranza de conservación", bajo el esquema de la agricultura sustentable.**
- 2. Determinar los factores que hacen más ventajosa la labranza de conservación sobre la labranza convencional.**
- 3. Proponer los medios de transferencia de tecnología para impulsar este sistema.**

3. HIPOTESIS

La Labranza de conservación utiliza menor cantidad de energía y evita la erosión de los suelos, comparada con la labranza convencional, y por lo tanto es un sistema rentable y ecológicamente viable, compatible con la agricultura sustentable o parte de ella.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Concepto de Agricultura Sustentable

Para llegar a la sustentabilidad en el sector rural uno de los aspectos importantes es la planeación de las actividades agrícolas y para llevar a cabo dicha planeación, se debe hacer un inventario de los sistemas agrícolas del país en cada una de las regiones. Así también, se debe realizar el proceso productivo agrícola con la menor entrada posible de insumos y tecnologías externas (extranjeras), optimizar el uso de los recursos naturales, humanos y económicos; y preservar al mismo tiempo los recursos naturales mencionados con los siguientes objetivos: crear empleos, mantener constante la seguridad alimentaria de la población en general y evitar los grandes volúmenes de importaciones de alimentos básicos.

Con base en la adecuación de sistemas agrícolas a las condiciones específicas de cada lugar, dichos sistemas pueden ser:

- a) El sistema de policultivos. Para hacer una diversificación e intercalación de cultivos con el fin de que los agricultores y campesinos sean más autosuficientes, para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación; por ejemplo, en muchas regiones de México podría ser el cultivo de maíz, frijol y calabaza (sistema intercalado).
- b) Aplicar los sistemas agrícolas orgánicos. Sistemas en los cuales se excluye el uso de fertilizantes sintéticos, plaguicidas, reguladores de crecimiento, aditivos y colorantes en la alimentación del ganado, estos sistemas se basan en la rotación de cultivos, y el uso de residuos de cosecha, estiércol de animales, leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos, control biológico de plagas, enfermedades y malezas.

c) Los sistemas agroforestales. Estos sistemas, además de la explotación de cultivos implica el manejo de árboles con fines de mejorar el ambiente, de evitar la erosión y de servir de protección a los cultivos.

Además, debe adecuarse la tecnología generada en el país o fuera de él a las condiciones locales de cada región.

Dentro del uso óptimo de los recursos está el recurso suelo en el cual para llevar a cabo una adecuada explotación y manejo del mismo, se debe analizar y determinar la capacidad agrológica, la capacidad agraria (potencial productivo) y la erodabilidad del suelo (potencial de erosión). Los tres aspectos anteriores como parámetros del impacto ambiental de la actividad agrícola sobre el suelo.

Todo lo anterior debe auxiliarse de la legislación actual en materia agropecuaria y forestal.

4.2 Antecedentes de la Agricultura Sustentable

Dos de las causas de los graves problemas fitosanitarios a nivel mundial han sido el monocultivo y las prácticas irracionales del manejo de los cultivos. Por ejemplo, la hambruna en Irlanda (1846-1847) y en la India (1876-1877) (Woodham, citado por Ortega). En 1991 se señala como una de las causas del desastre antes mencionado a la epifitía devastadora del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), sobre el monocultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). Desastres como el mencionado han ocurrido en México; específicamente la "roya lineal amarilla" de la cebada en la Mesa Central, a partir de 1989 ha causado graves daños a la economía de los agricultores de la

región. Es así como a nivel mundial se ha tratado de cambiar el enfoque de la agricultura, hacia una agricultura sostenible. La Comisión Mundial Sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMDA) en 1987 define el desarrollo sostenible como: la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.

Lal. et. al. (citados por Figueroa, 1991) definen los objetivos de la agricultura sostenible:

- Mejorar la capacidad ambiental.
- Preservar la integridad ecológica y la capacidad productiva de los recursos naturales.
- Mantener un incremento constante en la productividad per cápita, con el apoyo de enfoques que unan prácticas tradicionales de manejo con innovaciones tecnológicas modernas, se mejorarán las condiciones de vida rurales y se reducirá la dependencia de tecnologías extranjeras.

Se debe considerar que el modelo occidental de agricultura capitalizada no es el adecuado para toda región en vías de desarrollo (países en África, Asia y Latinoamérica), quizá sean mejores los sistemas de policultivo intensivo. La producción actual de alimentos en el mundo es suficiente para todos sus habitantes pero el desarrollo ha hecho que se agraven las injusticias distributivas, esto se observa al examinar los criterios con que se define el desarrollo agrícola por parte del modelo occidental de agricultura capitalizada.

La mecanización agrícola supone la aplicación de la ciencia, la tecnología y el capital al incremento exclusivo de unos pocos cultivos, cuyos productos demandan el

mercado mundial, entre ellos trigo y arroz, para el consumo humano, maíz y soya para forrajes, y algodón para la industria textil. Este enfoque origina problemas de equidad y de conservación, por lo tanto se propone como una agricultura sostenible a los sistemas agrícolas tradicionales originales, por ejemplo, el sistema de policultivos de sembrar juntos maíz, calabaza y frijol muy utilizado en tiempos prehispánicos en América, especialmente por la cultura maya y la centroamericana.

Un sistema agrícola sostenible debe adoptar los siguientes objetivos:

- Emplear métodos de cultivo ecológicos.
- Proporcionar el mantenimiento alimenticio a toda su población, incluyendo a los agricultores, crear empleos, ser flexible y diversificado, para también producir excedentes comercializables y mantener dentro del mismo ámbito rural un intercambio de bienes y servicios sin depender del mundo exterior para sus aprovisionamientos y mercados.

Se debe planear el desarrollo y orientarlo hacia economías rurales sostenibles, tomando como modelo los sistemas de policultivo que aprovechan mejor la tierra y ofrecen una base para la diversificación económica (Bray, 1994).

Es importante tener claro que los costos y beneficios que proporcionan un desarrollo sostenible se derivan de los tres componentes que hacen posible este tipo de desarrollo: crecimiento, distribución y medio ambiente.

Hasta antes de este siglo, casi todos los incrementos de la producción fueron obtenidos incorporando nuevas tierras al cultivo. Ahora, prácticamente toda la tierra

apta para la agricultura ya ha sido explotada. En el futuro los incrementos en la producción tendrán que venir de aumentos en el rendimiento por hectárea.

En la mayoría de los países, la transición de una agricultura basada en recursos a una basada en ciencias está ocurriendo en el curso de un siglo.

Particularmente en los países en desarrollo, el explosivo aumento de la población y del consumo per cápita resultará en demandas excesivas a mediados del próximo siglo. Es de considerar la necesidad de subsidios por parte de sectores no agrícolas: transferencia de energía en forma de combustibles, plaguicidas y nutrientes minerales esenciales para un aumento sostenido de la producción, al mismo tiempo de cuidar su efecto en el medio ambiente.

Las consecuencias del cultivo intensivo incluyen la erosión, anegamiento y salinización, contaminación de aguas subterráneas por fertilizantes y plaguicidas; inmunidad de insectos, malezas y agentes patógenos a los presentes métodos de control; pérdida de hábitats naturales y de especies así como cambios de clima. Esto en ecosistemas frágiles y en aquellos convertidos de bosques a tierras de cultivo, dichos daños se traducen en epifitias y epidemias o endemias a los cultivos, cambios en la época de lluvias de algunas zonas (la Mesa Central de la República Mexicana y la región Mixteca Alta en Oaxaca). Esto lleva a la cuestión básica de la sustentabilidad, donde los países en desarrollo deben continuar con los progresos en tecnología agrícola para satisfacer nuevas demandas.

El desafío es desarrollar una agencia de investigación básica que produzca el conocimiento técnico e institucional que la sociedad necesita (Vernon, 1992).

4.2.1 Prioridades de la agricultura sustentable

Un tema prioritario es la sustentación entre recursos naturales y reproducibles. Los niveles de rendimiento requeridos de proyectos tradicionales de inversión son tan elevados que fomentan el agotamiento rápido de los recursos. Esto puede ser una consecuencia del tratado de libre comercio ya que al quedar libre el mercado, las explotaciones se tienen que hacer al máximo y en el menor tiempo posible, dada la necesidad de mantenerse en el mercado.

No comprender los costos de base sesga la orientación de los cambios técnicos. Por ejemplo, un efecto a largo plazo de programas de producción en Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea y Japón ha sido aumentar el costo de la tierra. Entre tanto, la capacidad del medio ambiente para absorber los residuos de la producción agrícola ha sido considerado como un bien gratuito. Como resultado las innovaciones técnicas y científicas han sido dirigidas a desarrollar sustitutos de la tierra, tales como sustancias químicas para nutrir y proteger los cultivos, y estrategias de gestión que subestiman los costos sociales de eliminar los residuos de la agricultura.

La agricultura sustentable es todavía una ideología y no un conjunto de prácticas que se puedan transmitir a los agricultores. En la medida que estén sin resolver las cuestiones de sustitución, obligación con el futuro y concepción institucional no se puede diseñar una tecnología adecuada ni una respuesta institucional a la cuestión de cómo lograr un aumento sustentable de la producción agrícola (Vernon, 1992).

4.2.2 La sustentabilidad del sector rural en México

La sustentabilidad requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que las actuales necesidades de los productores rurales se resuelvan satisfactoriamente y que, además, el sector sea capaz de cubrir la demanda nacional de alimentos y materias primas.
- Que se mantengan a largo plazo los niveles productivos.
- Que las dos condiciones anteriores se logren sin poner en riesgo la condición de renovabilidad de los recursos (Carabias y Provencio, 1992).

La labranza de conservación puede ser un sistema importante, ya que si la agricultura ha de ser sostenible y responder a las necesidades de la humanidad en lo que respecta a alimentos y materias primas en los próximos decenios, deberá satisfacer los retos ecológicos, económicos y sociales (ONU, citado por Carabias y Provencio, 1991). Por consiguiente, la labranza de conservación puede satisfacer dos de los tres requisitos, es decir ecológicos y económicos, ya que tiende a la conservación del suelo, el agua y otros recursos, y a la disminución de los costos de producción agrícola.

4.3 La Labranza de Conservación en la Agricultura Sustentable.

En el concepto de agricultura sostenible se da énfasis al uso de prácticas que permitan controlar la erosión del suelo, a través de la rotación de cultivos, del uso del suelo de acuerdo con su capacidad y potencialidad y de la utilización del sistema "labranza de conservación", esto con la finalidad de sentar las bases para una

agricultura sostenible que permita conservar el recurso suelo sin afectar los deseos, necesidades y decisiones de los usufructuarios de este recurso (Figueras, 1991). Por lo que es factible considerar que al practicarse la labranza de conservación se pueden llevar a cabo la rotación de cultivos y explotar el suelo en función de su capacidad agraria, además de otras formas de manejo que nos lleven a practicar una agricultura sustentable.

Es importante observar que en la agricultura tradicional, con gran "tractorización" y el monocultivo se causan problemas de conservación: reducción de la biodiversidad; y gran uso de combustibles fósiles y productos químicos . La mecanización de las labores agrícolas a gran escala acelera el desgaste del suelo y otros factores degradantes del medio ambiente (Bray, 1994). Por lo tanto, la labranza de conservación es importante ya que reduce el consumo de energía en el proceso productivo.

Las actuales técnicas usan enormes cantidades de sustancias químicas y de carburantes fósiles; en términos energéticos, son menos eficientes que muchos sistemas agrícolas tradicionales. Un cálculo realizado en 1977 por un economista japonés.....indica que la cantidad de energía empleada en producir arroz era tres veces superior a la que proporciona como alimento.

En diferentes países se han cuestionado fuertemente las prácticas de labranza convencionales, se impugna al excesivo manejo del suelo y el equipo utilizado para preparar la cama de siembra como las principales causas de la erosión edáfica, aunado a estas prácticas, la inmensa energía que se destina a tal propósito.

Se considera que la agricultura sustentable deberá emplear sistemas de producción apropiados, los cuales deben tomar en cuenta la preservación de los recursos naturales no renovables a largo plazo.

Las regiones más afectadas por diversos procesos de deterioro se localizan en Africa, Asia y América Latina. Los procesos de degradación más dañinos inducidos por el hombre se deben a la deforestación, el sobrepastoreo y la erosión entre otros. En México más de 80% del territorio nacional se encuentra afectado por los procesos antes mencionados. No obstante, se concluye que cualquier innovación que introduzca la agricultura sustentable no debe provocar disminución de los niveles actuales de producción. La labranza de conservación es un sistema agrícola que evita en gran medida la erosión del suelo a través de la mínima remoción del mismo, además de dejar una capa de residuos de cosecha sobre el suelo que reduce la erosión eólica e hídrica, y también contempla mantener la actual productividad de las tierras e incluso incrementarla, lo cual es posible de acuerdo con los beneficios que va recibiendo el suelo a través de algunos años de la práctica de la labranza de conservación, beneficios que se traducen en incremento del porcentaje de materia orgánica y conservación del suelo.

La labranza de conservación empezó a tener auge e interés en su aplicación después de que se observó una gran erosión de los suelos a nivel mundial y el deterioro de otros recursos. Los principios de este sistema son la negación al arado, a las herramientas que cultivan el suelo, a la quema de residuos de cosechas y a la deforestación nativa de suelos frágiles (Crovetto, 1992). Pues el fuego, el hacha y el arado han contribuido inexorablemente a la pérdida del suelo y su contenido de materia orgánica.

El desarrollo sostenido de los pueblos debe contemplar la conservación de los recursos naturales renovables y no renovables (Faulkner 1943, citado por Crovetto, 1992), advirtió que el arado estaba conduciendo a la humanidad a su destrucción y generó un nuevo movimiento conservacionista en el mundo. Su planteamiento filosófico se basa en el orden y el equilibrio natural. En el fundo Chequen en Chile a través de treinta años de practicar la cero labranza; se ha logrado cada año mayor rendimiento y conservación del suelo, esto muestra la génesis de un nuevo suelo orgánico rico en humus, de color negro y fértil, fenómeno que ha cambiado los esquemas respecto a conservación, fertilización y producción.

Los países de América en que se está poniendo en práctica el sistema de labranza de conservación son: Estados Unidos, Brasil, Argentina, Chile y México, donde apenas empieza el sistema impulsado por F.I.R.A. A nivel internacional, Brasil muestra un fuerte crecimiento en superficie con cero labranza. En el cuadro 1 se aprecia una clara tendencia al aumento de la superficie sembrada con el sistema cero labranza en el mundo.

Cuadro 1. Evolución de la cero labranza en el mundo

Países	Superficie sembrada (ha)	
	1973/1974	1983/1984
Estados Unidos	2 200 000	4 800 000
Australia	100 000	400 000
Brasil	1 000	400 000
Inglaterra	200 000	275 000
Japón Malasia/Sri Lanka	200 000	250 000
Nueva Zelanda	75 000	75 000
Francia	50 000	50 000
Holanda	2 000	5 000

Fuente: Derpsch, 1984

Aunque en 1994, en Argentina se sembraron 1 800 000 ha en siembra directa (labranza de conservación), lo cual corresponde a 10.5% aproximadamente de la superficie total agrícola de Argentina y se calcula que para el año 2010 el 75% de la superficie agrícola de ese país será cultivada en siembra directa (Fogante y Peireti, 1994).

Un problema grave que sucede con frecuencia aún en labranza mínima es el encostramiento del suelo después de la siembra, como consecuencia de una lluvia intensa, lo cual dificulta la emergencia de las plántulas y reduce un gran porcentaje la densidad de población. Una posible solución a este problema es no labrar el suelo y dejar los rastrojos sobre el mismo.

Otras observaciones indican que los suelos sometidos a labranza continúa muestran una fuerte disminución de sus niveles de materia orgánica y por consiguiente de carbono total. La relación C/N es más estrecha, lo que puede indicar una menor actividad biológica comparativa. Los análisis de granulometría de partículas indican fuertes diferencias en las proporciones naturales de arcilla, limo y arena.

4.3.1 Erosión del suelo

Desde antes de cristo en la antigua Mesopotamia surgieron grandes ciudades y civilizaciones que contaron con espectaculares obras de riego, sin embargo, erosionaron sus tierras por el arrastre de suelo fértil.

En el siguiente cuadro se ilustra la severa alteración ecológica que han sufrido los suelos sometidos a labranza tradicional comparativamente con suelos bajo cero labranza con uso de rastrojos y suelos bajo bosque nativo.

Cuadro 2. Características ecológicas de un suelo virgen y de los sistemas de labranza

Sistema Ecológico		
Bosque nativo	Cero labranza con rastrojo	Labranza convencional
Cerrado	Semiabierto	Abierto
En equilibrio alto reciclaje de minerales, conservación del C y N orgánico, biomasa en equilibrio, óptima retención de lluvias sin erosión.	Sostiene buen reciclaje de minerales, conservación del C y N orgánico, reactivación de la biomasa, eficiente retención de las lluvias, mínima erosión, fuerte actividad pedogénica.	En desequilibrio bajo reciclaje con pérdida de fósforo, calcio, magnesio y potasio, pérdida importante de C y N orgánico, biomasa escasa, deficiente retención de lluvias, fuerte erosión hídrica e eólica.

Fuente: Sierra, 1989.

En América desde la época precolombina en la cordillera de los Andes se practicaba la protección del suelo con base en terrazas, éste y otros métodos conservacionistas, junto con la labranza de conservación, pueden mejorar enormemente la calidad y durabilidad de los suelos.

En el mundo, las pérdidas de suelo se estiman entre 5 y 7 millones de ha. anuales, mientras que la proyección de pérdidas de suelos productivos por degradación se estima para finales del siglo en 100 000 km² por año (Mareñi, citado por Crovetto, 1989). En seguida se muestra un cuadro en donde se observan las pérdidas del suelo bajo diferentes sistemas de manejo.

Cuadro 3. Pérdidas de suelo bajo diferentes sistemas de manejo

Manejo de suelo	Pérdida de suelo (t / ha)
Suelo arado y sembrado en la pendiente.	Hasta 700
Suelo arado y sembrado en curvas de nivel.	400
Tolerancia de pérdida de suelo para un suelo arado en terrazas, sembrado con buenas prácticas conservacionistas.	12

Fuente: Lombardi y Bertoni (1975).

Respecto a la erosión en México se han hechos diferentes estudios, los cuales muestran sus resultados de acuerdo con el método usado, pero de éstos los únicos realmente confiables por la magnitud e intensidad de sus observaciones de campo son el inventario realizado con imagen de satélite por la SARH entre 1979 y 1986. Y el trabajo de Martínez y Fernández (1983), quienes utilizaron la carga de sedimentos de los principales ríos del país. Este último estudio estima que la erosión promedio en México es del orden de 2.7 t/ha/año (Vázquez citado por Figueroa 1991), tomando en cuenta un factor de corrección por asolvamiento en los datos presentados por Martínez y Fernández (1983), calculó que el valor medio de erosión en las cuencas del país es de 48.9 t/ha/año.

De acuerdo con lo anterior, los factores que influyen y determinan la tasa de erosión son: la cobertura vegetal y la presencia o ausencia de medidas de conservación. Aquellos factores que promuevan la infiltración del agua en el suelo y que por lo tanto reduzcan el escurrimiento, disminuirán la erosión mientras que cualquier actividad que pulverice el suelo la aumentará.

Los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes permiten grados distintos de protección, de manera que el hombre al determinar el uso del terreno, definirá de manera importante la tasa de erosión.

En el estado de México 80% de la superficie agrícola tiene problemas de erosión en los grados de moderada, severa y alta. El potencial de erosión alto coincide con la época de preparación de tierras con gran movimiento de aire, esto reduce hasta en 33% la capacidad productiva de los suelos (CYTEM,1992)

La práctica de voltear y roturar el suelo (labranza) impide la formación de una cubierta vegetal (mantillo) que mínimice las pérdidas de suelo y propicie la captación y conservación del agua de lluvia para su utilización por las plantas cultivadas, bajo un sistema que fomente un manejo apropiado de la maleza.

En la actualidad, resulta inadmisibile la idea de generar mayores producciones si las mismas son logradas a costa de deteriorar y destruir el suelo.

En general, todos los esquemas conservacionistas poseen algunas características comunes como: la tendencia a la reducción del número de labores, la utilización de implementos menos agresivos para la estructura de los suelos y la conservación de la mayor cantidad posible de rastrojos en superficie.

La labranza de conservación tiene el objetivo de producir conservando y aun de mejorar el recurso suelo, dando lugar así a un esquema agrícola sustentable.

La labranza de conservación en México se inició en el estado de Hidalgo, por parte de la residencia estatal de FIRA, a partir de 1952, como una variante en el programa de incremento a la producción de maíz (PIPMA).

El Banco de México, a través de los fideicomisos instituidos con relación a la agricultura, ha dado impulso al sistema de labranza de conservación; es así como estableció un Centro Nacional de Capacitación en el sistema Labranza de Conservación "Villa Diego" en Valle de Santiago, Gto. Y en 1959 se integró la Sociedad Mexicana de Labranza de Conservación.

4.3.2 Suelos aptos en cero labranza.

En términos generales, todos los suelos se adaptan a la cero labranza. Es de esperar que una siembra cero labranza sobre un suelo de textura fina y bajo contenido de materia orgánica, no presente inicialmente condiciones favorables para el desarrollo de las plantas. Los suelos arcillosos son sensibles a la falta o exceso de humedad, lo que puede perjudicar al cultivo. Cuando la lluvia cae en suelo desnudo, además de los procesos erosivos ya mencionados, provoca compactación por la acomodación de las partículas, y propicia la formación de una costra dura en la superficie del suelo. La labranza también rompe los conductos naturales hechos por las raíces de las plantas, lo que exige que cíclicamente el suelo sea sometido a cultivo. Por otro lado, el continuo movimiento del suelo, hecho a través de los implementos de labranza, ocasiona cambios en las propiedades físicas del suelo. Aguilar et al.(1986) indican que se hicieron estudios para determinar las características micromorfológicas, en huertos de olivo bajo condiciones de labranza cero y labranza tradicional, para determinar la influencia de la cero labranza en suelos erosionados, se estudiaron seis

perfiles del suelo trabajados en diferentes periodos de tiempo. Sus resultados muestran que la porosidad entre perfiles fue grande y la porosidad dentro del perfil fue más pequeña en suelos trabajados con métodos de labranza tradicional, con excepción de suelos muy arcillosos donde la porosidad en perfiles y dentro de ellos fueron similares en ambas parcelas. Los agregados del suelo son más pequeños y menos redondos en los perfiles arados, lo cual indica que la continua labranza del suelo es más perjudicial que benéfica.

Cuando el agricultor se inicia en la cero labranza debe, buscar los mejores suelos; suelos de textura gruesa a media. Ya que los más húmedos y de textura fina no se recomienda sembrarlos hasta no tener mayor experiencia en el manejo de la cero labranza.

Por otro lado, en los suelos con pendientes, aunque estén más erosionados y tengan menor contenido de materia orgánica los resultados serán mejores. En suelos de textura fina o pesados pueden dar buen resultado el sistema si el contenido de materia orgánica es mayor de 4%.

Debido a que no en todos los suelos es posible iniciar con el sistema de labranza de conservación y en algunos no se puede llevar a cabo, en el Centro de Investigación Agrícola de Ohio, E.U.A., se hicieron experimentos y estudios para hacer una clasificación de tierras en función de la adaptabilidad y probabilidad de éxito de la cero labranza en cuatro categorías.

a) Suelos bien adaptados: los que en la mayor parte de los años los rendimientos en la no labranza son iguales o mayores que en labranza convencional. Estos suelos

pueden presentar carencia de agua en verano y por lo tanto beneficiarse del agua conservada.

- b) Suelos adaptables: suelos con problemas de drenaje durante las etapas iniciales. Estos suelos pueden funcionar si tienen buen sistema de drenaje.
- c) Suelos probablemente adaptables: producen menores rendimientos que en labranza tradicional. Estos corresponden a áreas planas, texturas arcillosa o materiales orgánicos.
- d) Suelos no adaptables: la cero labranza deberá ser evitada en suelos orgánicos y suelos con pobre drenaje interno o con manto freático alto.

4.3.3 Cultivos aptos en cero labranza.

En muchos países en que la práctica de la cero labranza se ha hecho común, básicamente con una rotación de maíz-soya; por ejemplo en el cinturón maicero de los Estados Unidos, esta rotación ha sido exitosa. También en Brasil, Argentina y otros países que lo practican. Sin embargo, si esta rotación se efectúa por períodos superiores a 8 años se pueden producir plagas y enfermedades que dificultan el manejo, de tal manera que bajo estas condiciones la rotación cultural pierde paulatinamente su valor (Crovetto, 1992).

4.3.3.1 Maíz (*Zea mays* L.)

Es el cultivo que más se siembra en el mundo con cero labranza, debido a su porte y gran rapidez de crecimiento cuando se encuentra limpio y bien fertilizado. En la mayoría de los países se siembra en cero labranza en rotación con soya, trigo y girasol. Fogante, (1994) considera que una práctica de manejo para controlar

malezas es sembrar una mayor densidad de población: en maíz a una distancia de 52 a 70 cm entre surcos, y en soya a 50 cm. En soya tiene un rendimiento de 4 t/ha. Complementa el control de malezas con Glifosato (faena) y para controlar gramíneas perennes hace rotación de la siguiente manera:

Maíz después de trigo

Soya después de trigo

Trigo después de maíz

El maíz, en general, tolera bien el monocultivo, sin cambios significativos en los rendimientos entre años sucesivos, aunque se registran diferencias en los costos de producción.

Un aspecto importante en los beneficios adicionales que puede originar una explotación de maíz cero labranza es el aumento de CO₂ en la atmósfera inferior que rodea a las plantas. La atmósfera contiene 0.03% de CO₂ y su aumento puede estimular el desarrollo de las plantas, en forma especial en el maíz (planta C4) por ser una planta con cualidades para reutilizar el carbono utilizado en sus procesos respiratorios. Se puede sugerir que el aumento de CO₂, generado por los procesos respiratorios de la microbiología del suelo, estimulados éstos por la mayor cantidad de residuos sobre el suelo, mejora el desarrollo de las plantas de maíz y aumenta sus rendimientos; al lograr sintetizar una mayor cantidad de carbono (Ciba Geigy Agrochemicals, citada por Crovetto, 1992).

4.3.3.2 Soya (*Glycine max*)

Como la gran mayoría de las leguminosas, tiene escasa necesidad de fertilizantes nitrogenados, lo que baja sensiblemente los costos además de ofrecer una magnífica rotación de cultivos.

Le sigue al maíz en superficie sembrada en cero labranza en el mundo. En Chile, los principales problemas que plantea la siembra de soya y leguminosas en general derivan del rastrojo en la superficie del suelo. Este medio es el adecuado para la proliferación de la babosa (*Agrotis reticulatus*), la cual daña seriamente estos cultivos en sus primeros estadios de crecimiento, al igual que la mosca del frijol (*Hilemia pittura*) cuya larva ataca a la semilla y a la plántula (Crovetto, 1992).

4.3.3.3 Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol como leguminosa presenta el problema de ser muy sensible a la competencia con malezas y presenta problemas al usar herbicidas de hoja ancha de postemergencia, por lo cual lo ideal sería utilizar herbicidas de preemergencia (herbicidas contra hoja ancha y gramíneas) y posteriormente, si es necesario, complementar con herbicidas selectivos de postemergencia.

4.3.3.4 Girasol (*Helianthus annuus* L.)

Es una planta vigorosa que establece un adecuado crecimiento radicular si el suelo posee suficiente humedad, como planta de hoja ancha se dificulta el control de malezas de este tipo, razón por la cual este cultivo debe ser sembrado en suelos libres

de malezas de hoja ancha tratados con herbicidas sistémicos de presembrado. El control de malezas de hoja angosta, ya sean anuales o perennes, es muy simple en postemergencia por medio de gramínicidas no selectivos (Crovetto, 1992).

4.3.3.5 Trigo (Triticum vulgare L.)

En Chile después de 10 años de siembra en cero labranza, el cultivo más importante ha sido el trigo, pues este cereal se ha adaptado bien, especialmente sembrado sobre rastrojo de maíz.

Es importante cuidar los siguientes aspectos: rotación, manejo de los rastrojos, época de siembra, variedad, dosis de semillas, fertilización, en especial la nitrogenada, y el control de malezas.

En Argentina, Fogante (1994) sembró trigo en labranza de conservación con rotación con soja o maíz, en la provincia de Córdoba (región con clima templado y con una precipitación aproximada de 800 mm anuales) y obtuvo 4 t/ha de rendimiento de grano, residuos de paja abundantes y buena recarga de agua.

4.3.3.6 Otros cultivos de cereales: cebada (Hordeum vulgare), avena (Avena sativa L.), sorgo (Sorghum vulgare L.) y triticale.

El cultivo de la cebada, responde de forma similar al trigo.

La avena se cultiva en rotación con trigo; a este cereal se le reconoce como una planta que limpia el suelo por su exuberante desarrollo foliar que mantiene bajo

control a las malezas. Resulta notable la habilidad de esta para germinar sin necesidad de quedar enterrada, basta con algo de paja sobre el suelo ya que su cáscara lo protege; germina solo cuando las condiciones de humedad y temperatura son adecuadas.

Es recomendable, al iniciar el sistema de labranza de conservación, sembrar una alta densidad de población con la finalidad de limpiar de malezas lo más posible y después sembrar cualquier cultivo (Crovetto, 1992).

El sorgo se ha adaptado bien a la cero labranza en rotación con trigo, cebada o maíz, se puede sembrar con sembradora de maíz (en hileras) o con sembradora de granos (trigo) tapando algunas salidas para quedar en cuatro hileras.

El triticale se adapta aún más al sistema de labranza de conservación, dadas sus características de mayor rusticidad.

4.3.3.7 Brócoli (*Brassica oleracea*)

Esta hortaliza es cultivada en el Bajío con fines de exportación; en el centro demostrativo "Villa Diego" del FIRA, en Valle de Santiago, Guanajuato; se ha cultivado a nivel comercial con rendimiento similar o mayor al obtenido en labranza tradicional.

4.3.3.8 Alfalfa (*Medicago sativa*)

En general todas las semillas forrajeras se adaptan a la cero labranza, sin embargo, en la alfalfa se debe cuidar que la semilla quede en el surco de siembra y la profundidad y humedad sean las adecuadas.

En términos generales, en el manejo de la cero labranza es conveniente aumentar la dosis de semilla entre 10 y 20% debido a que hay mayor porcentaje de pérdida de semilla, en comparación con una siembra tradicional.

4.3.3.9 Huertos frutales y viñedos

Los primeros intentos en tiempos modernos de manejar el suelo sin cultivo se efectuaron en árboles frutales y viñas. En 1958, en California, había viñedos en los cuales el suelo no se cultivaba y se obtenían excelentes beneficios.

El no usar las herramientas tradicionales de cultivo resulta atractivo hoy en día en el manejo de huertos y viñas, porque además de detener los procesos erosivos, baja los costos, mejora el control de malezas y se logra un mejor aprovechamiento de las aguas de lluvia o de riego. Por otra parte, no existe daño en raíces superficiales debido al peso de rastras u otros implementos de labranza.

Los beneficios del sistema se confirman en ensayos realizados durante 5 años para comparar huertos de olivo en labranza cero contra labranza convencional con buen control de malezas, aun en estado más avanzado de las mieras cuando se aplico herbicidas; el rendimiento de olivo fue similar a los huertos manejados bajo labranza convencional (Pastor, 1990).

En general, se pueden clasificar en dos tipos las plantas cultivadas en cero labranza, por un lado semillas de granos como: ejemplo trigo y cebada, y por otro a la soya y al maíz, ya que las sembradoras de labranza de conservación son de esos dos tipos. Cabe hacer notar que los dos tipos de sembradoras mencionadas son

especiales en comparación a las de labranza convencional. Algunas diferencias consisten en su mayor peso (duplicándose), robustés de construcción, tamaño y aditamentos especiales.

4.4 Control de Malezas.

Una de las grandes preocupaciones de los agricultores desde tiempos históricos ha sido el control de malezas. Algunos expertos señalan que los rendimientos de un cultivo determinado se pueden afectar desde un bajo porcentaje hasta la pérdida total de la siembra, como consecuencia de la agresiva competencia de las malezas. Un eficiente control de malezas debe estar dirigido tanto a las malezas presentes que muestren algún desarrollo vegetativo como también a las semillas de éstas que se encuentren en una próxima etapa de germinación.

Normalmente el cultivo del suelo por medios mecánicos tiende a disminuir la presencia de la maleza ya establecida, sin embargo, genera las condiciones físicas ideales para que las semillas ubicadas superficialmente germinen, en otras palabras mientras más remueva o se labore el suelo mayor será la infestación de malezas.

Un buen control surge sólo después que se haya empleado una técnica apropiada, la cual consiste en implementar una estrategia de control en función de las condiciones específicas del cultivo, las malezas y el tiempo atmosférico.

Es importante tomar en cuenta que en el manejo de la cero labranza las malezas presentes tienden a cambiar. Por lo que los métodos de aplicación, tipos de herbicidas y dosis pueden diferir del sistema convencional de manera tal que en los

años sucesivos de siembra cero labranza desaparecen las malezas a las cuales fue dirigido el control. De este modo queda el terreno libre para aquellas malezas igualmente presentes, pero que debido a la competencia no podían manifestarse. Es por eso, que el control de malezas debe ser planificado en el tiempo, como una herramienta vital en el éxito de la cero labranza (Crovetto, 1992).

En el control planificado de malezas es muy útil cortarlas en su base a fines de primavera o antes de que maduren sus semillas.

4.4.1 Herbicidas

En la actualidad el agricultor dispone de una gran variedad de herramientas tecnológicas a través de los herbicidas y prácticas culturales, por ejemplo: rotación, fertilización, enmiendas calcáreas.

Para un adecuado control es indispensable identificar las malezas, tanto por su nombre común como por el científico.

4.4.1.1 Herbicidas sistémicos de presiembra.

Son herbicidas aplicados directamente sobre el follaje de la maleza, su ingrediente activo se trasloca hasta la raíz de las plantas y actúa sólo sobre tejido verde. Dependiendo de las dosis pueden controlar plantas de hoja ancha y angosta, anuales y perennes en un elevado porcentaje. Debido a estas características sólo deben ser usados en presiembra y su uso está especialmente indicado en cero

labranza. Un ejemplo el Glifosato (faena, Monsanto), herbicida que no actúa sobre semillas ni cortezas y no tiene efecto residual (Crovetto, 1992).

4.4.1.2 Herbicidas residuales selectivos

Estos herbicidas aplicados al suelo en presembrado o preemergencia actúan sólo sobre semilla en etapa de germinación. En Chequén (Chile) se han logrado buenos resultados en el control de gramíneas en siembra de maíz, por ejemplo: con Metolaclor (Dual 720 E.C. Ciba-Geigy) en el control de pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*) y "hualcacho" (*Echinochloa crusgalli*). Dosis mayores de la recomendadas como promedio da mejores resultados cuando los rastrojos son abundantes; así también debe ser aplicado con mayor volumen de agua para que baje a la superficie del suelo.

4.4.1.3 Herbicidas sistémicos residuales

Estos se aplican en preemergencia al cultivo y malezas o preemergente a malezas y postemergente temprana al cultivo.

Aplicados al suelo o sobre el cultivo establecido, estos herbicidas son de gran utilidad. Actúan por traslocación en tejidos verdes y sobre semillas en pre o postsiembra. En maíz, por ejemplo, la atrazina (Ciba-Geigy) controla malezas de hoja ancha, tanto en estado de semilla como en plantas con escaso desarrollo vegetativo (Crovetto, 1992). Otros herbicidas como el Diuron (Karmex-Dupont) y la Simasina (Gesatop 50 PH - Ciba-Geigy), fueron evaluados en experimentos durante 5 años en huertos de olivo en cero labranza, en preemergencia a dosis de 2 a 3.5 kg/ha

y 3.5 a 5.0 kg/ha, respectivamente. Los resultados indicaron que con Simasina se tuvo buen control de más especies de malezas, con similar control el Diurón; sin embargo diversas especies son tolerantes a éste y producen severas infestaciones después de 4 años de aplicación (Saavedra, 1989), entonces es importante hacer rotación de los tipos de herbicidas usados.

4.4.1.4 Herbicidas sistémicos selectivos

Actúan por traslocación en postsiembra; por ejemplo, diclofop - metil (Iloxan, hoeschl). Este herbicida gramínicida selectivo ejerce un buen control de malezas gramíneas anuales en siembras de trigo cuando es aplicado oportunamente (cuando las malezas tienen de dos a tres hojas) y en las dosis adecuadas (2 a 3 L/ha). Cabe aclarar que el herbicida "puma" (fenoxiprop-etil) ha sido más efectivo que el anteriormente mencionado en siembras de trigo aplicado en dosis de 2.5 L/ha, esto en el Municipio de Temascalapa, Edo. de México. El picloram (Tordon de Dow) es un herbicida que resulta útil, en el control de malezas de hoja ancha en ciertos cultivos del mismo tipo de hojas.

4.4.1.5 Herbicidas sistémicos gramínicidas.

Estos herbicidas son de gran utilidad en el control de malezas gramíneas anuales o perennes en cultivos de hoja ancha. Se pueden aplicar en cualquier estado de desarrollo vegetativo, sin embargo, deben ser aplicados preferentemente cuando estas malezas estén en crecimiento activo y antes de la floración. Por ejemplo, Quizalofop-etil. assure (Dupont).

4.4.1.6 Herbicidas hormonales.

Su acción distorsiona el desarrollo celular de las plantas destruyéndolas, tienen escaso efecto residual y controlan plantas de hoja ancha. Ejemplo, 2-4-D (Dow).

4.4.1.7 Herbicidas de contacto.

Actúan sólo sobre plantas anuales en sus primeros meses de vida, y afectan tallos y hojas; no son traslocables, por ejemplo Paraquat (Gramoxone, ICI) indicado para presembrado en cero labranza.

4.4.1.8 Herbicidas de contacto selectivos.

Actúan por contacto, inhibiendo la fotosíntesis y respiración de las malezas sensibles (hoja ancha), y son absorbidos por el follaje sin traslocarse; ejemplo: el Bromoximil (Brominal, Osa), perteneciente al grupo Benzonitrilo, su uso en el control de malezas de hoja ancha en postemergencia en siembras de trigo, cebada y avena (Crovetto, 1992).

4.5 Equipos de Labranza de Conservación.

La mecanización es importante, y para lograr éxito en el manejo de la cero labranza es necesario contar con la maquinaria adecuada. También se podría practicar la cero labranza con sembradoras tradicionales si se cuenta con suelos de textura mediana a gruesa y no hay rastrojo sobre su superficie. Sin embargo, una de

las condiciones fundamentales que hay que practicar es la inclusión del rastrojo en el manejo del sistema, lo cual evitará su quema o extracción. Este hecho resultara clave en el éxito agronómico en el mediano plazo; por tal motivo, se hace indispensable contar con sembradoras "cero labranza", las cuales tienen un diseño y concepción que las habilita para hacer un trabajo eficiente en la gran mayoría de los suelos, aun con abundante rastrojo sobre su superficie (Crovetto, 1992).

La maquinaria indispensable para llevar a cabo la labranza de conservación es la siguiente:

- Cosechadoras
- Sembradoras y
- Aspersoras.

Posiblemente en algunos casos se requiera una picadora-cortadora de rastrojo y una voleadora para fertilizantes. Aunque lo ideal es dar sólo dos pasos de maquinaria sobre el terreno durante el ciclo productivo, pero esto depende del grado de dominio del sistema (Rawson, 1994). Hace sólo dos pasos, uno en la siembra y el otro en la cosecha; esto implica integrar en la sembradora, además del sistema siembra-fertilización, el control de plagas y aplicación de herbicidas residuales con un tractor de 200 H.P., este productor siembra al día 90 acres (45 ha aproximadamente) con sembradora de maíz de cero labranza de seis hileras y con ese solo paso hasta la cosecha.

4.5.1 Cosechadoras de granos

La cero labranza debe efectuarse sobre los rastrojos de los cultivos precedentes, para tal efecto las cosechadoras de grano deben estar equipadas con picadora y redistribuidor de paja. El picado y desparramado uniforme de los residuos de las cosechas son fundamentales, aunque los fabricantes no suministran estos equipos, con un bajo costo es posible accionar dos sopladores que entreguen aire a presión a través de toberas dispuestas en forma de cruz a la salida de los hameros, esto evitará efectos alelopáticos agudos (en rastrojos de cereales menores), por excesiva concentración de pajas cortas, las pajas en estas condiciones pueden ser dejadas sobre el suelo y sembrar directamente, cuidando que no se produzcan efectos alelopáticos negativos o desequilibrios en la relación carbono-nitrógeno (Crovetto, 1992).

4.5.2 Aspersoras

Este implemento es importante en el manejo de la cero labranza y es eficiente en la medida que se haga buen uso de ella. El control de malezas es fundamental para lograr éxito en las cosechas, especialmente en las aplicaciones presiembra. También se puede necesitar en el caso de cultivos de cobertura como con el trigo de una aplicadora de fertilizantes al voleo (voleadora).

4.5.3 Sembradoras de cero labranza

Esta máquina hace posible la siembra sin labranza previa del suelo, su funcionamiento se basa normalmente en un corte que realiza un disco frontal seguido

de dos discos que simultáneamente siembran y fertilizan; esto es, introducen la semilla linealmente en el surco que ha hecho el disco frontal, el cual corta rastrojos y raíces forma una angosta cama de semilla que facilita el desarrollo radicular y vegetativo de las plantas, este disco puede ser liso, dentado, rizado, ondulado o de burbuja. El disco rizado, de acuerdo con el diseño de los fabricantes, se usa básicamente en sembradoras para grano fino como el trigo. El disco ondulado remueve un área mayor de suelo y el fabricante lo recomienda en siembras de grano grueso como el maíz.

Para que los discos tengan suficiente capacidad de corte de rastrojos y raíces y a la vez puedan alcanzar una profundidad adecuada, se requieren como mínimo 80 kg de peso sobre cada conjunto cortador para granos pequeños y 150 kg para sembradoras de grano grueso (Crovetto, 1992). Se puede decir que el tipo de disco cortador depende de la cantidad de rastrojo sobre la superficie del suelo, del tipo de suelo y del tipo de rastrojo (frágiles y no frágiles); por ejemplo, trigo con rendimiento menor de tres toneladas por hectárea y maíz, sorgo y trigo con rendimiento mayor de tres toneladas por hectárea, respectivamente.

Como las sembradoras cero labranza requieren cortar rastrojos y raíces para poder hacer un trabajo eficiente, una de las diferencias comparativas más importantes con las tradicionales esta justamente en su peso, debido a esto su construcción es robusta, de gran resistencia y durabilidad. Existen últimamente diferentes diseños pero en general sus características básicas son las antes expuestas.

Generalmente las sembradoras más comunes se comercializan con bandas de control de profundidad entre 25 y 45 mm. Este accesorio, si cuenta con sus respectivos raspadores, facilita la siembra y la emergencia uniforme de las plantas.

Existen sembradoras cero labranza que utilizan un dispositivo neumático para dosificar o matear las semillas de granos gruesos como maíz, girasol, etc. Estas sembradoras trabajan con aire a presión, producidos, por pequeños ventiladores eléctricos. Utilizando la energía de la batería del tractor, otros diseños operan por vacío generado por un ventilador accionado por la toma de fuerza, en ambos casos el mecanismo del dosificador de semillas tiene el mismo principio. Una de las ventajas que ofrece este tipo de sembradoras es la uniformidad de siembra.

Se pueden distinguir dos tipos de sembradora.

- Acoplables al sistema de tres puntos de levante hidráulico del tractor.
- Y acoplables a la barra de tiro del tractor.

Las sembradoras de granos pequeños (trigo, 15 a 25 cm de distancia entre surcos) requieren aproximadamente de 5 H.P. y los de grano grueso (maíz, girasol, etc, 60 a 80 cm entre surcos) de 20 H.P. por disco o surco (tracción normal). Los tractores con doble tracción además de facilitar la siembra, requieren de menor potencia por disco y su funcionamiento es más seguro, rápido y económico. A continuación se describen algunos tipos de sembradoras de labranza de conservación.

4.5.3.1 Tipos de sembradoras de labranza de conservación.

a) Sembradora de trigo de 13 hileras.

Características:

- A 17 cm de distancia entre hileras.

- De enganche a la barra de tiro y de levante a través de cilindro hidráulico sobre dos llantas.
- Discos cortadores ondulados divididos en dos secciones.
- Dos tolvas (una de semilla y una de fertilizante con tapa común).
- Plataforma de carga.
- Alimentación de semilla por rodillo.
- La fuerza motriz proviene de las ruedas laterales.
- Capacidad de la tolva de semilla: 250 kg.
- Capacidad de la tolva de fertilizante: 350 kg.
- Peso aproximado: 2 300 kg.
- Rendimiento de trabajo: 1 ha/h aproximadamente.
- Costo: N\$ 32 000.00.

b) Sembradora de trigo de 20 hileras.

Características:

- A 17 cm de distancia entre hileras en posición alternada.
- Discos cortadores ondulados.
- Caída por separado de fertilizantes y semillas con ruedas tapadoras.
- Tres ruedas de transporte.
- Levante accionado por cilindro hidráulico.
- Tolvas independientes de semilla y fertilizante.
- La rueda motriz del sistema es la rueda central.

c) Sembradora de trigo de 13 hileras.

Características:

- A 17 cm entre hileras.

- Tolvas de semilla y fertilizante.
- De levante por cilindro hidráulico.
- Lianta izquierda acciona el sistema.

d) Sembradora de trigo de 16 hileras.

Características:

- Hileras dispuestas en dos grandes secciones, de ocho, cada una a distancia entre hileras de 17 cm.
- Caída de fertilizantes y semillas en el mismo tubo de salida.
- Dos liantas de transporte juntas al frente accionadas por cilindro hidráulico.
- Dos ruedas en cada hilera que controlan la profundidad deseada.
- Dos liantas en la parte posterior accionan el sistema de siembra y fertilización.
- Plataforma de carga y descarga.
- Tolvas de semilla y fertilizante con tapas independientes.

e) Sembradora de maíz de 4 hileras.

Características:

- Cada sección es independiente y se autopropulsa, lo cual evita ajustes de cadenas para cerrar o abrir distancia entre surcos; el control de profundidad es ajustable, requiere de un mantenimiento mínimo.
- 12 discos, cuatro unidades sembradoras, ancho de siembra mínimo 55.
- Ancho de siembra mínimo 55 cm y máximo 90 cm.
- Capacidad máxima ajustable a sembrar por hectárea.
- Capacidad máxima a fertilizar por hectárea: 530 kg.
- Capacidad de semilla: 40 litros por sección (160 litros).
- Capacidad de fertilizante: 36 litros por sección (144 litros).

- Sistema de levante y enganche de tres puntos.
- Peso aproximado: 1 000 kg.

f) Sembradora de maíz de 4 hileras.

Características:

- Cuatro surcos con distancia ajustable de 60 a 90 cm.
- Fertiliza y siembra.
- Dos ruedas de transporte accionadas por cilindro hidráulico.

También existen sembradoras de 6 surcos o hileras.

4.6 Fertilización en Labranza de Conservación.

En este punto se tratarán los principales factores a tomar en cuenta para la fertilización, ya que en general para un buen rendimiento es necesario la fertilización química. Cabe especificar que habitualmente en labranza convencional se distinguen tres procedimientos de aplicación de fertilizantes: fertilización básica (antes de la siembra), aplicación en hilera (junto con la siembra) y nutrición suplementaria (después de la siembra). Desde luego que en cero labranza la fertilización es un factor importante junto con el control de malezas pero, debido a que en muchas regiones de agricultura intensiva ya se ha llegado al punto de causar problemas que van desde la contaminación de suelos y aguas, la modificación del pH, la salinización, etc., entonces es importante hacer un uso racional de los fertilizantes ya que la tendencia de la agricultura sustentable es a la conservación de los recursos. En este tema se tratará principalmente a los elementos primarios o macroelementos, como: nitrógeno, fósforo y potasio.

Es importante considerar otros factores en la fertilización como es el contenido de materia orgánica, pH y manejo de la paja en el suelo, y su efecto con la fertilización nitrogenada.

4.6.1 Nitrógeno.

En cuanto al nitrógeno es importante tomar en cuenta que es el elemento que suele ser más deficiente en la mayoría de los suelos agrícolas. Las fuentes de nitrógeno son:

- a) La precipitación pluvial (estimada entre 2 y 20 kg/ha/año).
- b) Los fertilizantes, estiércoles, residuos de cosecha y aguas de riego.
- c) La fijación de nitrógeno atmosférico por organismos no simbióticos y simbióticos.

El nitrógeno aprovechable por las plantas en el suelo proviene de los fertilizantes y de la descomposición de la materia orgánica principalmente, esta descomposición depende de la relación C/N. Se considera que la materia orgánica humificada en los suelos contiene en promedio 5% de nitrógeno y 58% de carbono, es decir, una relación C/N igual a 11.6:1. También cabe aclarar que el control de la erosión a través de la labranza de conservación es importante ya que con esto se evita la pérdida de nitrógeno que se encuentra en el horizonte superficial, que es el que se erosiona al practicar la labranza convencional y el cual es el más fértil (Ortiz, 1977).

Los suelos con bajos niveles de materia orgánica (menos de 2%) serán cada año más dependientes de los fertilizantes químicos, sobre todo de los nitrogenados (Crovetto, 1992).

Por otro lado, es bueno recordar que la carencia de nitrógeno, al restringir el crecimiento y el área foliar, reduce la cosecha de forrajes, semillas y frutos. Ultimamente fue establecido que la calidad en proteínas y el rendimiento de la cosecha de grano de leguminosas también se mejora bajo la influencia de algunos microelementos, en particular con la aplicación de molibdeno, pues bajo la influencia de este elemento se estimula la fijación del nitrógeno atmosférico por las plantas leguminosas (Yagodin, 1956).

También es importante determinar la materia orgánica total ya que se considera que la cantidad de nitrógeno aprovechable en cualquier estación es proporcional a la cantidad de nitrógeno total (Cuadro 3).

En los cereales como el trigo, las investigaciones realizadas con el nitrógeno en forma de urea mostraron que este elemento aplicado en esa forma química en épocas tardías se incorpora en lo fundamental en las prolaminas y glutelinas o sea, en las proteínas del gluten. Con buen tiempo el contenido de gluten en el grano, como resultado de tal fertilización suplementaria aumenta de 7 a 10 %.

Los fertilizantes¹ suplementarios extrarradiculares del trigo con urea mejoran bastante la calidad panificable de la harina; éstos, aplicados al trigo con soluciones de urea (en una concentración hasta de 30%), se realizan con aviones en el período de floración-principio de madurez lechosa del grano.

En cuanto a los fertilizantes nitrogenados es importante su uso racional ya que a través de los años tienden a modificar el pH del suelo. Este efecto se debe a los iones H^+ liberados en la nitrificación y además a la formación de ácido nítrico (HNO_3) a

partir de los nitratos (Ortiz, 1977). Esto sucede en mayor intensidad con el sulfato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$. Por lo que es necesario prever que el uso continuado de fertilizantes de residuo ácido conducirá a la disminución del pH, con efecto similar en los rendimientos a menos que se utilice la cal necesaria para neutralizar el efecto de acidez.

Respecto al abonado con paja de cereales y su interacción con la aplicación de fertilizantes nitrogenados, es importante considerar las conclusiones sobre aspectos importantes a los que llegaron diversos investigadores citados por Boguslawski y Debruck (1983). Dichos investigadores observaron que después de un abonado con paja quedaba fijado el nitrógeno. En una aportación de 100 g de paja por recipiente con 3 g de nitrógeno (aplicado en forma de nitrato) quedó fijado 15.7% de nitrógeno. Con regularidades microbiológicas en la descomposición de la paja se llegó a la conclusión general de que su amplia relación C/N lleva a la fijación de nitrógeno. Por lo tanto hay que compensar la deficiencia del abonado de paja mediante una aportación de nitrógeno en forma de fertilizante químico. También se llegó a la conclusión de una necesidad de nitrógeno de 0.5 kg por 100 kg de paja; variando la cantidad de nitrógeno entre 0.7 y 1 kg por 100 kg de paja. Lo anterior es importante en términos de rendimientos, ya que a través de 15 años los mismos investigadores determinaron que donde no hay el abonado con nitrógeno compensador, los rendimientos se parecen a los de las parcelas testigo "sin abonado de paja". El abonado con paja y nitrógeno compensador amplía la zona de rendimiento máximo. Esto significa que el rendimiento máximo del campo "sin paja" sólo se logró con el gasto máximo de nitrógeno, mientras en el abonado de paja con adición de nitrógeno logró el máximo nivel de rendimiento con un abonado medio de nitrógeno. Entre otras conclusiones se llegó a que la paja sin adición de nitrógeno no tiene efecto de abono y

que la incorporación de la paja al suelo incrementó los rendimientos respecto a dejar a una "capa de paja" (mulching), es decir; dejar la capa de paja sobre el terreno después de la cosecha hasta el laboreo de primavera.

También debe tenerse en cuenta las clases de paja ya que tienen diferente rapidez de descomposición, en cuanto a cereales es como sigue: cebada mayor que avena y esta mayor que trigo, no influidos por la adición de nitrógeno. Además, es de importancia decisiva la intensidad de la mezcla de la paja con el suelo, teniendo en cuenta la profundidad de la labor.

De lo anterior se puede decir que en la labranza de conservación es importante el manejo de la paja y la fertilización nitrogenada, así como evitar la quema de la misma, ya que esto trae consecuencias nocivas en muchos aspectos que ya se han tratado en el presente trabajo.

4.6.2 Fósforo.

Respecto a este elemento esencial es importante tomar en cuenta su escasa movilidad en el suelo, por lo tanto es básico considerar su eficiencia de absorción por las plantas, tanto de los fertilizantes como del que está presente en los suelos (Cuadro 3). En el caso de la eficiencia de absorción del fósforo proveniente de los fertilizantes, se ha demostrado que las plantas absorben solamente de 10% o menos hasta un máximo de 30% de fosfato suministrado en cualquier año, aun aplicado en bandas. Lo anterior se debe a la escasa movilidad mencionada, permaneciendo alrededor de los gránulos donde fue depositado como fertilizante. De este modo hay pocas raíces en contacto con el fósforo en solución. Los cultivos en surcos aprovechan mejor el fósforo aplicado en bandas.

Debido a la escasa movilidad del fósforo y el potasio (Shaymukhametov et. al. 1992), llevaron a cabo una evaluación termodinámica del fósforo y el potasio en suelos Chernozems en Rusia, en áreas de suelos protegidos bajo condiciones del sistema cero labranza por largo tiempo. Los resultados indicaron que este tipo de labranza incrementa la movilidad del P y K y aumenta la habilidad de los suelos para la liberación o intercambio de nutrimentos en la solución del suelo.

Es importante considerar que en suelos muy ácidos se tienen grandes cantidades de hierro (Fe) y aluminio (Al) en solución y formando minerales. Al encalar el suelo el fósforo se combina con el calcio y puede ser más aprovechable por las plantas. En suelos alcalinos (pH de 7.5 a 8.5) mucho del fósforo inorgánico está como fosfato octacálcico, no aprovechable por las plantas. El rango de pH de los suelos más favorable para la asimilación del fósforo es de 6.0 a 7.5.

La fertilización fosfórica es importante entre otras cosas porque tiende a contrabalancear la fertilización nitrogenada y acelera la maduración de las plantas, dá mayor resistencia al follaje de los cereales y por lo tanto hay menor peligro de acame y mayor resistencia a enfermedades.

Los superfosfatos son fertilizantes neutros, por lo tanto no tienen efecto apreciable en el pH. Los amoniados tienen una reacción ligeramente ácida, cuando el fosfato diámonico se aplica en la siembra debe colocarse en la posición adecuada respecto a la semilla, particularmente en suelos alcalinos por la liberación de amoníaco (NH₃), que es perjudicial. Es de considerar la mezcla con fertilizantes nitrogenados ya que se ha encontrado que cuando el sulfato de amonio se mezcla con un fertilizante fosfatado hidrosoluble y se aplican en banda continua hay un incremento

en el desarrollo de raíces y una mayor absorción de fósforo por la planta. La circunstancia anterior no ocurre cuando el nitrógeno se aplica en forma de nitratos (NO_3) (Ortiz, 1977). La humedad del suelo es decisiva sobre la efectividad y proporción del aprovechamiento del fósforo aplicado en varias formas.

4.6.3 Potasio.

Aunque se considera que en México existe el suficiente potasio para no hacer aplicación química, es importante conocer si el potasio contenido en el suelo es aprovechable por las plantas o no. Últimamente ya se incluye en las fórmulas de fertilización debido a que los cultivos responden a la aplicación de este elemento. Del contenido de potasio en el suelo también es importante saber que tanto del mismo es intercambiable. Alvarado (1985) indica que niveles arriba de 140 partes por millón (ppm) de potasio intercambiable son adecuado, para los suelos en general; la Universidad Autónoma de Chapingo en resultados de análisis de suelos del estado de México (1992) indica la siguiente clasificación del contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos.

Cuadro 4. Clasificación del contenido de N, P y K del suelo

Clasificación	Mat. Org. Walkley-black (%)	P asimilable Olsen (ppm)	K intercambiable (ppm)
Muy Rico	4.0	28.0	320.0
Rico	3.0 - 3.99	18.0 - 28.0	201.0 - 320.0
Mediano	2.0 - 2.99	13.0 - 17.9	81.0 - 200.0
Pobre	1.0 - 1.99	6.0 - 12.9	40.0 - 80.0
Muy pobre	1.0	6.0	40.0

Fuente: UACH, 1993. Depto. de suelos. Laboratorio Central Universitario.

Es importante tomar en cuenta las cantidad de potasio existente en el suelo y la intensidad de la actividad del mismo (Alvarado, 1985).

Por otro lado es de considerar el comportamiento del potasio aplicado. Los granos de maíz, trigo, cebada y avena contienen cantidades relativamente pequeñas de potasio, la mayor proporción se encuentran en la hojas, por lo tanto en la explotación ganadera donde el heno es removido y el maíz es para ensilar hay mayores pérdidas de potasio; además, la cantidad de potasio que la planta puede obtener del suelo depende en cierto grado de la cantidad de otros cationes o elementos formadores de bases que estén presentes (calcio, magnesio y en algunos suelos, sodio), sobre todo por el antagonismo entre los iones de potasio y de calcio en su entrada a las plantas (Yagodin, 1986).

Respecto a algunas funciones importantes del potasio en las plantas, sobre todo en gramíneas: cuando hay deficiencia causa pérdida de rigidez en las cañas y fácil scamado; debido a su alta movilidad en la planta, así como a que intracélularmente el potasio es responsable de la regulación estomatal y osmótico, ayuda a resistir salinidad, tensión hídrica y congelamiento (Beringer, citado por Alvarado, 1985).

La regulación estomatal del potasio también ayuda a tolerar en mayor grado la sequía (Nelson, citado por Alvarado, 1985).

El secado en los márgenes de las hojas más viejas es típico de la deficiencia de potasio en las plantas, dichos síntomas son muy específicos en diferentes cultivos y se reconocen fácilmente. Por otro lado, el coeficiente de aprovechamiento del potasio

de los fertilizantes potásicos por las plantas varia en amplios límites (de 12 a 50%) dependiendo de la clase de cultivo y de las condiciones climáticas y edáficas.

El efecto de los fertilizantes potásicos aplicados en banda han sido 3.65 veces más efectivos que las aplicaciones al voleo, así también; el mayor efecto de los fertilizantes potásicos se consigue en su correlación óptima con los fertilizantes nitrogenados y fosfóricos.

Por otro lado, es de tomarse en cuenta que, para tener buen rendimiento en los cultivos, no basta con sólo hacer aportaciones de fertilizantes químicos sino que además, como menciona Crovetto en 1992, existen dos parámetros fundamentales en el aprovechamiento de los fertilizantes y rendimiento final de los cultivos: los niveles de materia orgánica y la reacción del suelo (pH). Casi todos los suelos que contengan niveles de materia orgánica superior a 4% son razonablemente fértiles, por lo que 1% de materia orgánica indica que puede ser un mal índice de fertilidad. Los rastrojos de cosecha son la base para enriquecer el suelo, además de protegerlo contra la erosión. Un suelo con un nivel adecuado de materia orgánica puede ayudar a retener nutrimentos minimizando las pérdidas por lixiviación o volatilización. Es útil recordar que la fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo se lleva a cabo por dos procesos: fijación simbiótica o asociada y fijación por vida libre. Ambos procesos son favorecidos por un contenido adecuado de materia orgánica, el cual se incrementa con el uso del sistema labranza de conservación y un adecuado manejo de los residuos de cosecha. Esto estimula la acción benéfica del *Rhizobium*, por el hecho de no perturbar la estructura del suelo (simbiosis planta-microorganismos). En el segundo caso, la cero labranza y la materia orgánica también pueden fomentar otros tipos de microorganismo llamados de vida libre, es decir, que no requieren de una

planta huésped para ejercer su acción nitrificante. Se puede mencionar entre otros al Azotobacter, Spyrillum y a las algas cianoficias (verdes-azules).

4.6.4 La materia orgánica y el fósforo

Es importante tener claro que el fósforo que existe en el suelo es absorbido por las plantas en su mayor parte en forma de ion monovalente ortofósforo (H_2PO_4) conocido generalmente como fosfato y se encuentra en gran cantidad en la materia orgánica, aunque no es función de la acumulación de esta en el suelo (Thompson citado por Crovetto, 1992).

La cantidad de fósforo asimilable por las plantas, presente en la solución del suelo, por lo general es muy baja, alrededor de una parte por millón (1ppm) o menos y puede alcanzar aproximadamente 5 ppm. A su vez, el contenido de fósforo total del suelo puede alcanzar valores entre 1 500 y 2 000 ppm, expresado como P_2O_5 , existen, además, una estrecha relación entre el fósforo total y la materia orgánica (Ernesley, citado por Crovetto, 1992).

Existen formas biológicas, estimuladas por la presencia de los rastrojos sobre el suelo, que generan un medio biótico tal que pueden ayudar a movilizar el fósforo y mejorar así la nutrición de las plantas. Entre los microorganismos útiles en la movilidad del fósforo se puede mencionar a las micorrizas, Aerobacter, Pseudomonas y especialmente la bacteria Megatherium (Crovetto, 1992).

4.6.5 La materia orgánica y el pH del suelo.

Es importante la reacción del suelo; ésta será ácida cuando en la solución del suelo predominen los iones hidrógeno o hidrogeniones (H^+); será alcalina cuando

predominen los iones hidroxilos (OH-) y será neutra cuando exista igual cantidad de ambos.

En su expresión más simple, la acidez en el suelo es el resultado de la sustitución de las bases por hidrógeno en el complejo de intercambio; a su vez, la alcalinidad es el resultado de una acumulación de bases o cationes. El pH es otro factor importante en la nutrición vegetal ya que un suelo ácido o alcalino puede afectar a la microbiología y también a la disponibilidad de nutrimentos para las plantas.

Un suelo de pH bajo, inferior a 5.5, puede hacer solubles minerales de Al^{+++} y Mn^{++} y hacerlos tóxicos para el desarrollo de las plantas; concentraciones tan bajas como 1 ppm de Al y 100 ppm de Mn solubles pueden inhibir el desarrollo vegetativo de las plantas (Garavito, citado por Crovetto, 1992).

La solubilidad del fósforo disminuye notablemente a un pH inferior a 6.5 e igualmente cuando el pH sube por sobre 7.5, en tanto que entre pH 6.5 a 7.5 ésta se hace máxima.

Aunque en suelos ácidos sabemos que la solubilidad de nitrógeno inorgánico, por ejemplo los nitratos, es elevada en todo el intervalo de pH que puede presentar el suelo; sin embargo, la mineralización del nitrógeno orgánico es óptima entre pH 6 y 8.

El potasio asimilable en un suelo ácido puede ser drásticamente disminuido cuando se eleva el pH del suelo a valores comprendidos entre 7.5 y 8.5. En un suelo con pH cercano a la neutralidad, aunque exista potasio disponible, es necesario la fertilización con este elemento para obtener buenos rendimientos. Por lo tanto, no es suficiente calcular el costo por unidad de potasio sin valorar su eficiencia y aprovechamientos por las plantas.

Además de los nutrimentos primarios ya mencionados, se debe dar importancia a los nutrimentos secundarios como el calcio y el magnesio. Ya que un deficiente nivel de éstos y un desbalance en la relación K/Ca causa un desorden nutricional. Si el potasio se encuentra en el suelo en una relación muy amplia con respecto al calcio, este ion puede ser desplazado y provocar deficiencias nutricionales en los cultivos (Crovetto, 1992).

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es la capacidad de intercambio catiónico (CIC), ya que constituye un mecanismo fundamental de la nutrición vegetal en la obtención de nutrimentos desde el suelo.

Las arcillas de los suelos poseen diferentes cualidades agronómicas, las más finas son las que pueden presentar mejores opciones en la producción agrícola. Lo mismo sucede con el aporte de la materia orgánica que enriquece al suelo con coloides orgánicos, los cuales pueden mejorar significativamente la CIC y por consiguiente la fertilidad de los suelos.

El calcio es el catión de mayor contribución a la CIC, por tal motivo es esencial mantenerlo dentro del intervalo señalado en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Niveles óptimos de cationes en producción vegetal.

Cationes	Saturación de bases (%)
Calcio	60-70
Magnesio	10-20
Hidrógeno	10-15
Potasio	2-5
Otros *	2-4

Fuente: Cargill Chile Ltda (1988).

* Incluye: Hierro, manganeso, cobre, zinc y sodio.

Por otro lado como ya se mencionó anteriormente, la relación C/N es importante ya que en función de las condiciones específicas, puede ser necesario aplicar adicionalmente nitrógeno para rectificar la relación mencionada, además de planificar el uso de los fertilizantes nitrogenados, tanto a la siembra como después de ella. La cantidad y tipo de nitrógeno a aplicar dependerá de varios factores como: clase de suelo, acidez, cultivo a sembrar, clima y época de siembra.

En cero labranza existe la tendencia a la inmovilización del nitrógeno por la presencia de los rastrojos. En el caso del fósforo, no sólo es importante saber determinar los fosfatos solubles para saber si son asimilables por las plantas, ya que esto puede ser cierto para suelos considerados no fijadores de fosfatos, como aquellos de reacción casi neutra y de bajo contenido de aluminio extractable, pero no para los de reacción ácida. La cero labranza al no remover el suelo, en siembras sucesivas, permite la innegable ventaja de localizar en el tiempo el fertilizante fosfatado en un mismo horizonte, concentrándolo y asegurando así la disponibilidad para los cultivos en forma permanente. Finalmente, en la fertilización en cero labranza es importante considerar a los cloruros ya que éstos aumentan la rapidez de descomposición de los residuos de cosecha. Agregar cloruros puede ayudar también a controlar enfermedades en cultivos como trigo y cebada. En caso de ser necesario aplicar cloruro, el fertilizante más indicado sería el cloruro de potasio.

4.7 Labranza Convencional contra Labranza de Conservación.

En este tema se describirán las características y desventajas de la labranza de conservación en comparación a la labranza convencional.

La labranza convencional, como ya se mencionó, es causa de diferentes problemas que se pueden decir clásicos en el mundo, es decir, origina erosión, sedimentación, compactación, salinización, acidificación y finalmente, desertificación.

La conservación de los recursos naturales y el desarrollo de los pueblos son incompatibles en la agricultura tradicional en la medida que se genera un desarrollo sostenido sin dedicarle atención proporcional a la conservación. Al respecto se puede observar que los mayores perjuicios del suelo en el mundo están centrados en los países más desarrollados, quienes aceptan la pérdida de suelo como una función propia de la producción agrícola; estas pérdidas de suelo y fertilidad son compensadas con la elevada aplicación de insumos como fertilizantes y pesticidas en general (Crovetto, 1992).

La elevada aplicación de insumos es con la finalidad de obtener altos rendimientos con similares utilidades; lo contrastante con la labranza de conservación es que si se aumentan los rendimientos también aumentan los rastrojos sobre el suelo, así, un aumento en los rendimientos debería ser sinónimo de una mejor conservación del suelo, siempre que los agricultores manejen eficientemente sus rastrojos y eviten el uso del fuego, entre otras cosas.

La labranza de conservación es un sistema que tiende a evitar los procesos erosivos por cuanto que disminuye la remoción del suelo y promueve el establecimiento de una capa de residuos sobre el suelo en forma permanente.

En la labranza de conservación, la velocidad de formación de un suelo orgánico estará regida por tipo de rastrojo, clase de suelo, manejo agronómico y clima

imperante. El estado húmico de los rastrojos será más sostenido en el tiempo, mientras más amplia sea la relación carbono/nitrógeno. La cero labranza permite conservar, formar suelo y aumentar sostenidamente su productividad.

Respecto al control de malezas, observaciones hechas en Argentina han comprobado que el laboreo mecánico hace aflorar y facilita la germinación de semillas de malezas, esto es explicable ya que estudios que se han hecho en la UACH. indican que en 1 m^2 a 10 cm de profundidad, existen hasta 30 000 semillas de malezas, por lo que al remover el suelo se facilita la emergencia de muchas malezas, respecto a cuando no se remueve el suelo.

Se han visto otros beneficios, como es el control de plagas, al practicar la labranza de conservación y rotación de cultivos. Lo anterior se confirma en trabajos hechos por Kreuz (1991), en Alemania. Dichos estudios fueron para determinar la ocurrencia en el grano del escarabajo (*Zabrus tenebroides* Goeze) en trigo y cebada y la influencia de la rotación de cultivos, en suelos cálcicos Chernozems. El daño de larvas de este insecto del suelo ocurrió en trigo y cebada de invierno. Respecto a la rotación, existió mayor daño en siembras de trigo después de siembras de soya o frijol y fue menor el daño en trigo después de remolacha azucarera o después de maíz para ensilado. En el aspecto de la labranza en el trigo, se disminuye el daño cuando se hace mínima o cero labranza, en comparación con la labranza permanente; el daño de esta plaga se incrementa con el abonado de estiércol de aves y otros animales de la granja. Por lo que es importante combinar el sistema de labranza, la rotación de cultivos, el ciclo de cultivo, así como hacer un uso adecuado de los estiércoles.

En los Estados Unidos también se ha visto que es desventajosa la continua remoción de suelo, por lo tanto se ha dado impulso a un nuevo sistema que es "Non-Tillage-Farming". Otros estudios en Argentina, Italia y Australia indican que lo óptimo es el deshierbe químico y mecánico simultáneo. Las diferencias pueden deberse al tipo de planta (alta o baja, firme o endeble), al tipo de suelo (arcilloso o suelto) y a otros factores. A continuación se resumen algunos principios básicos y ventajas de la labranza de conservación.

4.7.1 Algunas ventajas de la labranza de conservación

- a) Conservación del suelo a través de evitar la erosión eólica e hídrica.
- b) Menor gasto de energía (combustible) ya que son menos pasos de maquinaria en un ciclo de cultivo (de dos terceras partes menos que en labranza convencional).
- c) Se alarga la vida útil de los tractores agrícolas; mediante la disminución de las horas trabajadas por hectárea.
- d) Mayor tiempo disponible para llevar a cabo la siembra y control de malezas, ya que no ocupa tanto tiempo la preparación de suelos.
- e) Conservación de la humedad del suelo mediante una capa de rastrojo sobre el mismo y menor consumo de energía.
- f) Aumenta la materia orgánica del suelo. Esto es benéfico ya que aumenta la capacidad amortiguadora de pH (potencial hidrógeno) del suelo.

Como resumen se hace un análisis comparativo de las ventajas antes mencionadas:

Cuadro 6. Movimiento del suelo hasta la siembra en maíz

Concepto	Labranza convencional	Labranza de conservación
	Cuatro pasos: 1. Barbecho 2. 1a. rastra 3. 2a. rastra 4. Siembra	Un solo paso 1. Siembra
Profundidad de la labor en promedio	0,20 m	0,05 m
Volumen de tierra removida	2 000 m ³	62,5 m ³
Densidad aparente	1,25 t/m ³	1,25 t/m ³
Toneladas de suelo removido	2500 t	78 t
Total de suelo removido	*10 000 t	*78 t

Fuente: Jiménez, 1994.

* La diferencia entre el total del suelo removido de los dos tipos de labranza consiste en el número de pasos, ya que en el primer caso son cuatro pasos y en el segundo uno, considerados hasta el momento de la siembra.

La mínima cantidad de toneladas removidas en el sistema labranza de conservación resulta de cuantificar surcos a 80 cm de ancho, con un ancho de corte de 10 cm y profundidad de siembra de 5 cm, tomando en cuenta que son 125 surcos por 100 m de largo resultan 12 500 m y 62.5 m³, los que multiplicados por la densidad aparente de 1.25 t/m³ son 78 t/ha.

Cuadro 7. Vida útil del tractor agrícola, tomando como base 10 000 horas

Concepto	Labranza convencional	Labranza conservación
Pasos de tractor	5	1
Tiempo neto disponible	2 000 h	10 000 h
Eficiencia o tiempo promedio por hectárea	2 h	1 h
Hectáreas trabajadas durante toda la vida útil	1 000 ha	10 000 ha

Fuente: Jiménez, 1994.

Nota: Se especifica que en labranza de conservación son tres ó cuatro pasos menos que en labranza convencional

Cuadro 8. Costos, con base en el precio de adquisición de un tractor nuevo de mediana potencia.

Concepto	Labranza convencional	Labranza conservación
Costo de adquisición	N\$ 50 000.00	N\$ 50 000.00
Superficie potencial durante la vida útil	1 000 ha	10 000 ha
Costo del tractor por hectárea	N\$ 50.00	N\$ 5.00

Fuente: Jiménez, 1994.

NOTA: El costo en ambos casos es sin considerar combustibles, pago de operador, y mantenimiento.

Cuadro 9. Tiempo disponible para concluir las labores

Concepto	Labranza convencional	Labranza conservación
	Poco tiempo (1 semana)	Tiempo de sobra (3 a 4 semanas)
Uso de maquinaria:	Muchos implementos	Uso de maq. por grupos
Superficie trabajada:	Poca superficie	Es posible maquilar
Tiempo de siembra:	Después de preparación	Inmediatamente después de la cosecha.

Fuente: Jiménez, 1994.

Finalmente, menor costo de producción por hectárea e incrementa la productividad del suelo con menor inversión por unidad de superficie.

Y es posible mantener el rendimiento obtenido en labranza convencional o se incrementa dependiendo del grado de dominio del sistema, por lo tanto debe ser más rentable el sistema de labranza de conservación.

En Estados Unidos se hicieron estudios durante varios años para comparar el método de labranza convencional (rastra con discos) con el de "mantillo de paja" y el de no labranza en su eficiencia para conservar agua.

Cuadro 10. Milímetros de agua disponible según el sistema de labranza

Años de estudio	Rastra (discos)	Mantillo de paja	No labranza
1	142.24	162.56	203.2
1	205.74	-	279.4
4	152.40	170.18	215.90
3	180.02	190.50	208.28

Fuente: INIA (Viaje de estudios a Estados Unidos, 1984).

Las pérdidas por evaporación de agua en los suelos están relacionadas con la cantidad y espesor del mantillo remanente en la superficie del suelo. En suelos desnudos la velocidad de pérdida de humedad es mayor; la distribución de la precipitación es determinante en la importancia de este efecto.

Estudios experimentales demuestran que varía la capacidad del suelo en el porcentaje de retención de agua con la práctica de los diferentes métodos de labranza.

Cuadro 11. Porcentaje de retención de humedad según el método de labranza

Método de labranza	Agua retenida (%)
No labranza	45
Arado de cinceles	30
Rastra (discos)	18

Fuente: INIA (Viaje de estudios a Estados Unidos, 1984).

Estudios de transpiración y evaporación en maíz en los sistemas no labranza y sistema convencional en un período de cuatro años demuestran una mayor disponibilidad de agua para la planta en condiciones del primer sistema.

Respecto a la erosión, en el relieve irregular de terrenos (lomeríos) con pendientes pronunciadas y precipitación en períodos cortos de intensidad, se ocasionan graves problemas de erosión en suelos (Cuadro 12).

Cuadro 12. Erosión en términos de kilogramos de suelo perdido según el método de labranza

Método de labranza	Suelo perdido (Kg)
Sistema convencional (surcos rectos)	49 340
Sistema convencional (surcos en contorno)	6 728
Sistema no labranza (en contorno)	87

Fuente: INIA (Viaje de estudios a Estados Unidos, 1984).

4.7.2 Algunas desventajas de labranza de conservación.

- a) Mayor gasto en semillas, esto solamente en granos finos como la alfalfa y pastos.
- b) En ocasiones, mayor gasto en herbicidas.
- c) Algunas veces hay mayor presencia de plagas y enfermedades, ya que las plagas pueden protegerse en el rastrojo dejado en la superficie del suelo, esto se puede controlar haciendo rotación de cultivos.

4.7.3 Algunas desventajas de la labranza convencional

- a) Encostramiento del suelo por efecto de la gota de lluvia como consecuencia de la falta de rastrojo sobre el suelo y el excesivo laboreo, lo que dificulta la emergencia en las plántulas y, por lo tanto, baja la densidad poblacional.
- b) Mayor consumo de energía en el proceso productivo; en ocasiones el gasto de la energía para producir una cosecha supera a la energía que puede aportar la cosecha producida.
- c) Formación de un piso de arado con el transcurso del tiempo.
- d) Uso de varios implementos durante el proceso productivo.

4.8 Transferencia de Tecnología.

Entre las instituciones que están llevando a cabo transferencia de tecnología se encuentra el FIRA (Banco de México). Ya que inició el impulso del sistema "labranza de conservación" en 1983. Enfocado a organizaciones de productores acreditados por la misma institución, como Banca de Desarrollo de Segundo Piso. Es así como estableció, el centro demostrativo y capacitación de labranza de conservación "Villa Diego", en el Municipio de Valle de Santiago, Estado de Guanajuato.

Así, el Banco de México - FIRA, a través de su centro de desarrollo tecnológico "Villa Diego" organizó el Taller Internacional sobre Transferencia de Tecnología en Labranza de Conservación, en Irapuato, Gto., del 23 al 26 de marzo de 1994, y en el que se trataron importantes temas, como los siguientes: el proceso de transferencia de tecnologías, maquinaria y equipo especializado en el sistema labranza de conservación en México y otros países, experiencias en el uso del sistema labranza de conservación en México, Brasil, Argentina, Chile y E U A., entre otros temas.

4.6.1 Bases para la transferencia de tecnologías (Figueroa, 1994).

- a) Identificar las necesidades del productor.
- b) Tener la tecnología para resolver dichas necesidades.
- c) Determinar donde aplicar tecnología.
- d) Detectar si el agricultor tiene la posibilidad de adquirir dicha tecnología.
- e) Determinar mercados objetivos (tipos de mercado de tecnología: comunidad agrícola, sociedad en general y agroindustrias).
- f) Llevar a cabo investigación para crear tecnología. Este proceso es muy lento en instituciones oficiales.
- g) No copiar tecnología de otros países, si no que en la medida de lo posible adecuarla a las condiciones específicas de un lugar determinado.
- h) Conseguir recursos para la investigación en tecnologías.
- i) Dar a conocer productos y sus atributos .
- j) Dar a conocer plaza o lugar donde se adquieren.

4.6.2 Medios para la transferencia de tecnología.

Ya que la asistencia técnica es un medio de transferencia es importante definir el concepto, ésta se define como la asesoría que se debe proporcionar a los productores rurales a fin de que cuenten con los conocimientos, insumos y servicios en forma oportuna y suficiente para que, con base en su esfuerzo, logren incrementar la productividad de los recursos con que disponen en función de la nueva tecnología generada y validada para sus sistemas de producción.

En cuanto a los medios de adquirir los recursos económicos para hacer llegar la tecnología a los productores son:

- a) Iniciativa privada
- b) Instituciones públicas
- c) Productores

En cuanto a la iniciativa privada puede ser a través de empresas del ramo que estén interesadas e involucradas en la cadena de transferencia y reciban también un beneficio, y por lo tanto estén dispuestas a financiar algún proyecto.

Referente a instituciones públicas, éstas pueden ser instituciones federales o estatales; por ejemplo, la SARH - INIFAP que está iniciando la evaluación del sistema labranza de conservación por medio de un proyecto en maíz de temporal, esto para apoyar la transferencia de tecnología.

Y por último, a través de los productores se puede llevar a cabo la transferencia de tecnología por medio del apoyo financiero de los mismos, pero este proceso puede y debería llevarse a cabo con el apoyo y participación de las instituciones públicas y privadas. La mejor manera de lograr este objetivo es a través de productores organizados, determinando la superficie y en lo posible la compactación de áreas.

Cabe mencionar que el esquema de transferencia de tecnología en México, hasta la década de los años 80's consistía en un proceso como se ilustra en el siguiente esquema:

Generación =====> Extensión =====> Productores
 de tecnología agrícola**
 agrícola*

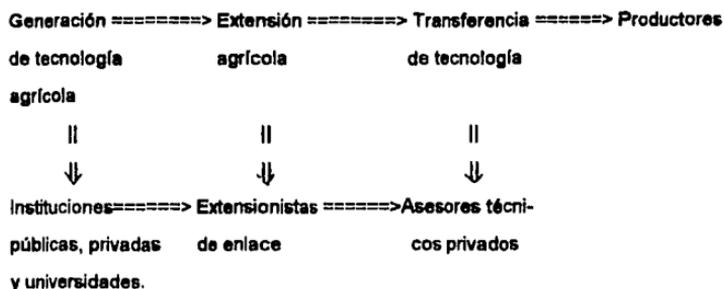
* Creada por instituciones públicas, universidades y algunas instituciones privadas.

** Otorgada por personal de instituciones públicas, federales y estatales. (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México, respectivamente).

Cabe hacer notar que uno de los problemas más serios de la agricultura mexicana es la falta de un organismo o mecanismo de extensión eficiente, ya que los extensionistas otorgaban asesoría técnicas en pocas ocasiones en las que eran solicitados por los productores, esto en forma gratuita pero no de muy buena calidad. Esto último se ratifica en una encuesta realizada por INIFAP, en la que revela que solamente 15% del personal que laboraba en la SARH y otras instituciones tenía grado profesional y sus conocimientos sobre tecnología reciente para cultivos básicos era incipiente (Turrent, 1992).

Por lo anterior, es importante definir el concepto tradicional de extensión agrícola; ésta se entiende como un proceso educativo, mediante el cual los agentes del cambio provocan las transformaciones necesarias de actitud, conocimientos y productividad de sus explotaciones. Sin diferenciarla realmente de la asistencia técnica ya que, como un concepto más amplio, siempre se ha enfocado a satisfacer las mismas necesidades de orientación, capacitación y apoyo a los productores, razón por la cual en nuestro país se concibe que un asesor técnico y un extensionista realizan los mismo trabajos.

4.8.3 Esquema de transferencia de tecnología a partir de 1991 (Tasistro, 1994).



Tomando en cuenta la ineficiencia del sistema de transferencia de tecnología hasta antes de 1991 y que dicha transferencia se daba a través de la asesoría técnica gratuita otorgada por diferentes instituciones, recibe una nueva orientación e impulso a través del Plan Nacional de Modernización del Campo 1990-1994, en el cual se plantea que el servicio de asistencia técnica debe ser integral, intensivo y concertado con los productores, de descentralización y transferencia de responsabilidades y recursos federales a los gobiernos estatales y a las organizaciones de productores.

Bajo este enfoque, el actual concepto de extensión agrícola se concibe como el mecanismo de enlace entre las autoridades de la SARH y los prestadores del servicio privado, a través de un proceso continuo de transferencia de tecnología, información básica, capacitación, acopio y análisis de información para el desarrollo y consolidación del servicio de asistencia técnica integral (Márquez, 1992).

4.8.4 Concepto actual de asistencia técnica integral.

La asistencia técnica integral es un medio a través del cual los asesores técnicos, ya sea de manera individual o por medio de despachos, proporcionan a los productores en forma concertada: orientación, capacitación y apoyo en las fases de planeación, producción, gestión de apoyos e insumos, transformación, comercialización y organización productiva. Promoviendo la aplicación de innovaciones tecnológicas por parte de los productores.

Es importante aclarar que los principales problemas de la asistencia técnica privada son:

- Escaso flujo de dinero.
- Renuencia del productor a pagar.
- Agricultura de subsistencia.

Por otro lado, es recomendable la investigación en los terrenos de los productores para probar esas condiciones.

4.8.5 Herramientas en el proceso de transferencia de tecnología.

a) Utilizar métodos de diagnóstico y recomendación, donde las herramientas del diagnóstico sean:

- Análisis de aguas.
- Inspección de campo.
- Análisis químico del suelo.
- Análisis de plantas, etc.

b) Procesar datos en sistemas computarizados como apoyo a la toma de decisiones.

Las alternativas para llevar a cabo la transferencia de tecnología deben ser en función con las organizaciones de productores. Y así también delegarles funciones con el objetivo de mejorar la calidad de la asistencia técnica. El INIFAP recomienda hacer una medición del impacto de los procesos de transferencia de tecnología. Las formas y mecanismos de transferencia (Mendoza, 1994) son:

- Inducidos por instituciones
- Inducidos por productores

La labranza de conservación y su transferencia debe ser a través de un sistema tecnológico integrado, utilizando las siguientes estrategias:

- a) Formar grupos de productores.
- b) Validar tecnología en labranza de conservación.
- c) Contar con asistencia técnica especializada.
- d) Capacitar y difundir.
- e) Servicios técnicos de apoyo a la agricultura, es decir, créditos, seguros, comercialización, etc.

Aspectos de transferencia de tecnología que se deben considerar para implementar una nueva tecnología.

- Tecnología innovadora.
- Métodos.

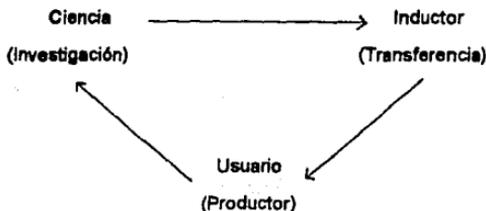
- Productores participantes.
- Asesores técnicos privados.
- Instituciones de apoyo.

4.8.6 Puntos para medir el impacto de transferencia de tecnología.

- Niveles de adopción (proporción).
- Objetivos (si se cumplen o no).
- Beneficios directos e indirectos.
- Determinar desviaciones que no permitan el logro de los objetivos.
- Determinar nuevos problemas.

4.8.7 Experiencias de FIRA - "Villa Diego".

Al reducir costos, se reduce el punto de equilibrio entre costos e ingresos y, por lo tanto, aumentan las utilidades; por lo que es importante considerar que un proceso de transferencia de tecnología se da de la siguiente manera (Moreno, 1994).



Del diagrama anterior es necesario hacer notar que debe existir una retroalimentación entre las partes involucradas.

Por otro lado, es importante llevar a cabo un diagnóstico agronómico de campo con el objetivo de producir alimentos bajo las siguientes condiciones: mayor cantidad y de mejor calidad, mayor economía, sin dañar el medio ambiente y con un sistema agrícola sostenible

Así también, es fundamental tomar en cuenta dos aspectos importantes en agronomía como son: fertilidad química del suelo y fertilidad física del mismo (Etchevers, 1994). Respecto a la transferencia de tecnología del sistema labranza de conservación en otros países, por ejemplo Estados Unidos hasta la década de los 80's, se ha desarrollado de la siguiente manera:

La adopción del sistema de labranza cero es lenta y actualmente solamente un bajo porcentaje de los productores lo utilizan, la mayoría de los productores de la región de Amarillo, Texas, tratan de utilizar labranza reducida, sin embargo, el sistema de no labranza, a pesar de haber buenos resultados, aún no se generaliza.

En Kansas, en cuanto a la adopción de la tecnología por los productores es lenta y al momento se estima que 80% usa labranza convencional, 15% siembra a raja surco (Ridge - planting) y 5% usa la no labranza.

En Nebraska, en los sistemas de labranza de conservación del agua y suelo, el servicio de extensión agrícola se encarga de promover las actividades de cada

programa; por otra parte, los ganaderos y agricultores cooperan con la estación experimental para poder elaborar los programas de investigación y extensión.

En Kentucky, en la adopción del sistema, tres factores fueron decisivos para la transferencia tecnológica de la mínima labranza y no labranza: a) aparición de sembradoras en el sistema de no labranza, b) primavera lluviosa y c) aparición del herbicida (Paraquat).

Teniendo un papel relevante las parcelas demostrativas a través del servicio de extensión, la implantación del sistema no labranza cada día más difundido ha obligado a las empresas fabricantes de equipos agrícolas a desarrollar implementos adecuados a diversas condiciones.

La falta o limitación del tiempo entre la cosecha de invierno (trigo) y la plantación del cultivo de primavera (soya) y las ventajas que ofrece la no labranza en ahorro de tiempo ha sido motivo para la adopción del sistema. La práctica de la cero labranza aparentemente es fácil pero exige una técnica avanzada. El monocultivo incrementará el problema de malezas por lo que la rotación al igual que el uso de herbicidas deberá considerarse.

En Ohio, 1 482 000 ha de un total de 9 139 000 se encuentran bajo cero labranza. La tasa de adopción ha sido lenta y en parte se debe a la falta de confianza y reproductibilidad del sistema, dado que la mayoría de los trabajos se han hecho en buenos suelos. Para lograr una mayor adopción el Centro de Investigación y Desarrollo Agrícola de Ohio ha identificado y agrupado tipos de suelos de acuerdo con la adaptabilidad y probabilidad de éxito de la no labranza en cuatro categorías.

Los principales problemas son: dificultad en control químico de malezas, falta de crédito agrícola y la actitud del agricultor, quien requiere saber bien antes de cambiar y quiere ver resultados de mayor rendimiento y utilidades.

Cuadro 13. Prácticas de conservación a nivel nacional en 31.3% de la superficie agrícola de los Estados Unidos de Norteamérica.

Método de labranza	Uso de herbicidas
Cero labranza	3.6% (100% herbicidas)
Mantillo	18.2% + herbicidas
Labranza reducida	8.9% + herbicidas
Siembra en surcos	0.4% (T > herbicidas)
Siembra en franjas	0.2% (T >> herbicidas)

Fuente: INIA (viaje de estudio a Estados Unidos, 1984).
Principalmente en los cultivos de: maíz, soya y sorgo (28,33 y 19%, respectivamente).

En Washington, el gobierno federal tiene un programa de promoción de la cero labranza en el que financian 75% de los costos de las técnicas nuevas que requiere este sistema. Aunque se deben resolver al mismo tiempo aspectos técnicos como: inconsistencia del sistema, problemas de manejo adecuado de exceso de residuos; falta de estudios sobre tasas de descomposición, efectos tóxicos de sustancias liberadas por los residuos, etc. y un programa adecuado y económico de control de malezas y aplicación de fertilizantes.

4.9 Costos de Labranza de Conservación y Labranza Convencional.

4.9.1 Costos y productividad.

Las estimaciones económicas de la productividad agrícola no suelen tomar en cuenta más que la cantidad obtenida de una planta determinada por unidad de

superficie y pasan por alto otros usos que de la tierra pueden hacerse. Se muestra aquí el resultado de tal estimación comparando un policultivo (cultivo de diferentes productos en una misma hectárea de terreno) con un monocultivo de arroz (una variedad enana muy productiva de empleo habitual en la agricultura de la revolución verde). En el primer caso, una misma hectárea de terreno se usa el mismo año para varios cultivos y produce como cosecha principal 1.1 t de cereal (arroz) y 1.6 t de paja que sirve de pienso y de combustible, pero produce, además, como cosechas secundarias diversas cantidades de plantas oleaginosas, leguminosas y de fibra.

El monocultivo produce 4 t de arroz y 2 t de paja, si se aplica a un solo producto, la comparación es contraria al policultivo: 1.1 t/ha de grano frente a 4 t/ha (Brey, 1994).

Algo similar habría que considerar en la labranza de conservación frente a la labranza convencional ya que, en el caso, de la primera, además de obtener el mismo rendimiento o más que en labranza convencional también habría que estimar los beneficios que se obtienen al practicar la labranza de conservación. Beneficios que se traducen en conservación del suelo, del agua de lluvia y mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo.

También se hace hincapié en que la fertilidad del suelo no está dada necesariamente por la calidad original de sus arcillas, sino más que nada por un eficiente manejo agronómico conservacionista.

El aprovechamiento de las escasas lluvias es integral, además de la presencia de rastrojos que ayudan a conservar la humedad, lo que tiene importancia primordial

en el manejo de los costos de producción agrícola. Respecto a la conservación de humedad, ésta se traduce en una mayor cantidad disponible para los cultivos.

La Asociación de Amigos del Suelo en Chile (1987), cuantifica y valoriza la pérdida de energía con la quema de los rastrojos o desechos de la explotación agrícola. Si se considera que la paja tiene 4 200 cal/kg y se coloca como ejemplo un rastrojo de trigo de 4 t/ha/año, puede representar una pérdida de 16 800 000 cal/ha/año, lo que equivale a la energía producida por 1680 L de petróleo que se pierden sin sentido alguno (Crovetto, 1992).

En la provincia de Chequen, en Chile, en el período 1988 -1989, el costo de producción del maíz bajo riego por aspersión en una superficie de 30 ha fue el equivalente a 5 315 kg/ha, su producción promedio fue de 11 900 kg/ha, se puede estimar entonces una utilidad de 6 585 kg/ha.

La siembra de trigo sobre rastrojo de avena en el mismo período tuvo un costo de 1 920 kg/ha, con un rendimiento de 3 800 kg/ha, de manera que la utilidad llegó a 1 880 kg/ha.

En el año de 1990, siembras de trigo sobre rastrojo de maíz en una superficie de 20 ha tuvieron un costo de 1840 kg/ha y un rendimiento de 5830 kg/ha, su utilidad se calculó en 3 990 kg/ha. El menor costo se debió a que no se utilizaron herbicidas de presembrado. El mayor rendimiento observado se debió probablemente a una siembra más temprana, a un mejor régimen pluviométrico, al control de malezas eficiente y a la fertilización basada en nitrato de amonio cálcico magnésico. Este

fertilizante, debido a su alta eficiencia en cero labranza permite disminuir la cantidad aplicada por hectárea, con el consiguiente beneficio económico.

Velasco (citado por Crovetto, 1992) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias establece que el número de labores previas a la siembra necesarias para lograr un adecuado establecimiento de cultivo, difiere notablemente entre sí como se ilustra en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Comparación en el número de labores previas a la siembra en ensayos de trigo entre el sistema convencional y cero labranza; temporadas 1987, 1988 y 1989. Comuna de Pinto. Provincia de Nuble. VIII Región.*

Sistema de labranza de suelos				
Labor	Convencional	Ht/ha	Cero labranza	Ht/ha
Corte de rastrojo	- o -	- o -	1	0.6
Limpia y quema de rastrojos	1	- o -	- o -	- o -
Incorporación de rastrojos	2	2	- o -	- o -
Vibrocultivador	1	0.6	- o -	- o -
Aplicación de herbicidas	- o -	- o -	1	0.2
Totales	4	2.6	2	0.8

Fuente: Velasco, R. 1990

* Manejo postsiembra idéntico

En base con los requerimientos de horas tractor por hectárea, se observa que la cero labranza tiene un menor consumo de energía, una mejor oportunidad y rapidez de las labores y un notable beneficio agroecológico.

Los rendimientos de trigo observados en el ensayo señalaron 4 235 kg/ha para el sistema convencional y 5 110 kg/ha para el sistema cero labranza, es decir, una diferencia positiva para cero labranza de 875 kg/ha.

Comparando los costos de preparación de suelos y de siembra entre el sistema convencional y la cero labranza, en el mismo ensayo, Velaeco determinó los valores que se presentan en el Cuadro 15 expresados en dólares por hectárea en agosto de 1990.

Cuadro 15. Comparación de costos de labores de presembrado y siembra en ensayo de trigo entre sistema convencional y cero labranza; temporadas 1987, 1988 y 1989. Comuna de Pinto. Provincia de Ñuble, VIII Región*

Sistema de labranza			
Mes	Labor	Convencional (US\$ / ha)	Cero labranza (US\$ / ha)
Febrero	Limpia y quema de rastrojo	0.35	0.00
Febrero	Corte de rastrojo	0.00	7.74
Febrero	Rastrojo (off set)	16.13	0.00
Abril	Barbecho químico 1	0.00	42.94
Mayo	Rastraje (off set)	16.13	0.00
Mayo	Vibrocultivador	9.68	0.00
Mayo	Siembra 2	17.68	28.15
Totales		59.95	78.83

Fuente: Velaeco, R. 1990.

* El manejo postsiembra fue idéntico.

1 Considera costo de labor más herbicida.

2 Considera sólo costo de labor, no incluye insumos.

De acuerdo con el Cuadro 15, se observa un costo mayor para la cero labranza, de US\$ 18.87/ha, costo adicional que representa 130 kg/ha de trigo. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en el ensayo absorben holgadamente este mayor costo. Así, es de considerar que para cero labranza fue de 875 kg/ha por

sobre del sistema convencional y a este mayor rendimiento se le deduce el costo adicional de 130 kg/ha, se obtiene un beneficio neto para cero labranza, respecto del sistema convencional, de 745 kg/ha. Es importante hacer notar que en el sistema labranza de conservación es fundamental el uso permanente de los rastrojos y la rotación de cultivos para el manejo conservacionista y productivo de los suelos (Crovetto, 1992).

4.9.2 Costos, rendimientos y rentabilidad del sistema de labranza de conservación, en el Bajío, Centro Demostrativo "Villa Diego" - FIRA, Valle de Santiago, Gto.

Los rendimientos y la rentabilidad aumentan en labranza de conservación respecto a labranza convencional, entre otros aspectos, por la mayor intensidad de uso de la tierra, ya que se hace rotación de tres cultivos en un año (sorgo - brócoli - cebada), en comparación con la rotación de dos cultivos al año que se hace en labranza convencional (sorgo - cebada).

Cuadro 16. Costos y utilidades de la rotación: sorgo - brócoli - cebada, en el sistema labranza de conservación.

Cultivo	Varietal	Costos (N\$/ha)	Rend. (t/ha)	Valor (N\$/t)	Ingreso (N\$)	Utilidad (N\$)	Costo unitario (N\$/t)
Sorgo	Zafiro	2300	12.6	440	5544	3244	182.54
Brócoli	Maratón	5000	9.5	800	7600	2600	526.32
Cebada	Esperanza	2000	6.5	715	4647.5	2647.5	307.69
Totales		9300	28.6	1955	17791.5	8491.5	1016.55

Fuente: FIRA, Villa Diego, Gto. 1994.

Del Cuadro 16 se calcula una utilidad neta anual por hectárea por los tres cultivos de N\$ 8 491.50 ha/año.

Cuadro 17. Costos y utilidad de la rotación: sorgo - cebada, en el sistema labranza de conservación.

Cultivo	Variiedad	Costos (N\$/ha)	Rend. (t/ha)	Valor (N\$/t)	Ingreso (N\$)	Utilidad (N\$)	Costo unitario (N\$/t)
Sorgo	Zafiro	2483	12.6	440	5544	3081.0	195.48
Cebada	Esperanza	2352	6.5	715	4647.5	2295.5	361.85
Totales		4815	19.1	1155.1	10191.5	5376.5	557.33

Fuente: FIRA, Villa Diego, Gto. 1994.

Analizando los dos cuadros anteriores (16 y 17) se calcula una utilidad neta anual por hectárea por los dos cultivos igual a N\$ 5 376.5 y del Cuadro 16, para el mismo concepto es de N\$ 8 491.5; entonces, la diferencia entre los dos sistemas es de N\$ 3 115.00 a favor de la labranza de conservación y una diferencia de N\$ 515.00 en costos a favor del mismo sistema, tomando en cuenta únicamente a la cebada y el sorgo en ambos sistemas, lo cual equivale a 11% menor costo en labranza de conservación respecto a labranza convencional.

Cuadro 18. Costos y utilidad de la rotación: maíz - cebada, en el sistema labranza de conservación

Cultivo	Variiedad	Costos (N\$/ha)	Rend. (t/ha)	Valor (N\$/t)	Ingreso (N\$)	Utilidad (N\$)	Costo unitario (N\$/t)
Maíz	A-791	2596	12	760	9120	6524	216.33
Cebada	Esperanza	2473	8	715	5720	3247	309.13
Totales		5069	20	1475	14840	9771	525.46

Fuente: FIRA, Villa Diego, Gto. 1994.

Fórmula de fertilización en cebada: 235 - 115 - 00

Fórmula de fertilización en maíz: 200 - 115 - 120

Población en maíz = 70 000 - 75 000 plantas/ha

pH del suelo = 6.5

Cuadro 19. Costos y utilidad de la rotación: sorgo - trigo, en el sistema labranza de conservación.

Cultivo	Variiedad	Costos (N\$/ha)	Rend. (t/ha)	Valor (N\$/t)	Ingreso (N\$)	Utilidad (N\$)	Costo unitario (N\$/t)
Sorgo	Zafro	2125	10	440	4400	2275	212.5
Trigo	Saturno S-86	1850	6.5	600	3900	2050	284.6
Totales		3975	18.5	1040	8300	4325	493.1

Fuente: FIRA, Villa Diego, Gto. 1994.

Fórmula de fertilización en sorgo: 235 - 115 - 00, con 30 Kg/ha de semilla.

Fórmula de fertilización en trigo: 200 - 115 - 120, con 130 Kg/ha de semilla.

Cuadro 20. Comparación en costos de producción entre el sistema labranza de conservación y sistema convencional en diferentes cultivos en el centro demostrativo Villa Diego.

Cultivo	Variiedad	Costos (N\$/ha)		Diferencia	
		L.Conservación	L. Convencional	(N\$)	(%)
Chícharo	Oregon	5922.00	6220.00	298.00	-5
Trigo	Saturno S-86	1670.00	2034.00	364.00	-18
Brócoli	Maratón	3757.30	5146.50	1388.70	-27
Cebada	Esperanza	2078.60	2558.70	280.00	-19
Maíz	A-791	2598.00	2958.00	360.00	-14
Sorgo	Zafro	2300.00	2680.00	380.00	-13
Totales		18,321.90	21,573.20	3,050.07	-18

Fuente: FIRA, Villa Diego, Gto. 1994.

Nota: El maíz, sorgo y brócoli, normalmente se siembran en el ciclo primavera-verano y el trigo, la cebada y el chícharo en otoño-invierno. En la región, en el caso de trigo y cebada normalmente se usa una densidad de siembra de 200 kg/ha, mientras en el centro demostrativo mencionado se usan 130 kg/ha y se obtienen similares rendimientos. Otras fórmulas de fertilización usadas son: 235 - 115 - 90 y 180 - 90 - 45 para los cultivos de cebada y trigo respectivamente.

ESTA VES NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

En Estados Unidos, en la Universidad de Kentucky Lexington, estudios económicos, a través de evaluaciones comparativas en los sistemas no labranza y labranza convencional a nivel de productores, han demostrado un ahorro de 7.50 a 17.25 dólares por hectárea a favor de no labranza aun cuando el uso de herbicidas aparentemente debiera incrementar los costos de producción.

Cuadro 21. Comparación de consumo de herbicidas.

Sistema de labranza	Consumo promedio por hectárea (L)
Cero labranza	37.0
Convencional	9.3

Fuente: INIA (Viaje de estudios a Estados Unidos, 1984)

Otro aspecto importante está dado por el ahorro de tiempo en las actividades de labranza:

Cuadro 22. Tiempo absorbido por hectárea según el sistema de labranza.

Sistema de labranza	Tiempo por hectárea (minutos)
Convencional (barbecho, dos pasos de rastra y dos cultivadas)	91
Arado de cinceles	74
No labranza	37

Fuente: INIA (Viaje de estudios a Estados Unidos, 1984)

En otros estudios llevados a cabo en Universidades y estaciones experimentales en Estados Unidos llegaron a las siguientes conclusiones:

Es más económico utilizar el sistema de no labranza que el de labranza convencional. También depende del patrón de cultivos, por ejemplo, trigo resulta menos redituable que soya, independientemente de la rotación trigo/soya.

Bajo ciertas condiciones es más cara la cero labranza y uso de herbicidas que el método de cincales y cortador rotativo de raíces (Robweder), y los rendimientos son iguales. No hay utilidad o incentivo económico para cambiar y además la erosión esta bajo control, por lo tanto no ven la necesidad de cambiar al sistema de labranza cero. En otras condiciones donde la maquinaria esta pagada y amortizada es más barato la labranza convencional ya que no se tiene un gasto extra en herbicidas. Bajo esas condiciones el comprar o arreglar sólo la sembradora para usar cero labranza parece ser rentable.

4.10 Perspectivas de la Agricultura Mexicana dentro del Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México.

Como ya se ha mencionado anteriormente, para llegar a una agricultura sustentable es necesario resolver los problemas de manera integral, es decir, los problemas sociales, productivos, ambientales, económicos y de comercio. Por lo tanto, dado que se esta llegando a una etapa a nivel mundial de globalización económica, en nuestro país tiene especial importancia el Tratado de Libre Comercio (TLC) (tema que se tratará en el presente trabajo), por lo que es necesario vislumbrar que existen otros factores que influirán de manera importante en nuestro país, ya que dichas acciones se llevaron a cabo en el sexenio 1988-1994. Lo anterior se refiere a la legislación agraria (modificación al Artículo 27 Constitucional), aprobada a principios de 1992, la política económica aplicada hacia el sector agropecuario, la

situación que guardan los recursos naturales y las condiciones socioeconómicas de la población rural.

Se debe considerar que la población rural sigue siendo el sector más pobre del país, ya que ocho de cada diez familias rurales son pobres y cuatro de cada diez están en extrema pobreza (Consejo Consultivo del Programa Nacional de Solidaridad, 1990).

En cuanto a la situación de los recursos naturales, existe un deterioro ambiental como consecuencia de los procesos productivos agropecuarios, forestales, pesqueros, etc. La agricultura en México ocupa aproximadamente 20 millones de hectáreas del territorio Nacional, en cinco millones de ellas se ha establecido un modelo tecnológico intensivo, con abuso de agroquímicos para elevar los rendimientos y abuso de los acuíferos.

Se estima que las actividades productivas y de servicios están deforestando alrededor de 600 mil hectáreas anuales (PNUD, 1991) y que cerca de 80% del territorio nacional sufre algún nivel de deterioro, del cual 30% se considera severamente deteriorado (Toledo et al. y Comisión Nacional de Ecología, citados por Carabias 1992). Además existe insuficiencia productiva. La economía campesina se vio sumamente afectada durante la década pasada y la actual por el desfavorable comportamiento de los precios de los insumos, como los fertilizantes, los costos del crédito y del seguro y en general por el encarecimiento de los servicios y bienes utilizados para producir (CESPA, 1990). Por otro lado, los precios de venta de los productos son aún insuficientes ya que no cubren satisfactoriamente los costos. En el

TLC, se deben analizar los resultados de acuerdo a con dos parámetros importantes; al tipo productores, según productos o grupos de bienes y, los efectos regionales.

Mediante lo anterior se podrían predecir los resultados económicos, las repercusiones sociales y los efectos ambientales del tratado. Algunos estudios (López, 1992 y Calva, 1991), han estimado que los efectos negativos serían sobre todo para los campesinos de subsistencia y para los productores de básicos dadas las profundas diferencias en productividad, precios de los productos y otras condiciones de producción.

También se dice que los pequeños productores de los tres países podrían verse seriamente afectados ya que las granjas empresariales de gran escala, propiedad de mexicanos o de compañías extranjeras, podrían escapar no sólo las tierras de los campesinos sino también la de los medianos agricultores mexicanos que producen en una escala relativamente modesta (100 ó 200 ha). A diferencia de otras ramas de producción agrícola en México como las hortalizas de exportación, que podrían ser beneficiadas ya que tienen un nivel de producción y utilidad similares a los de otros países. De esto se puede señalar que las ramas, tanto agropecuarias como industriales que podrían ser favorecidas por tener ventajas evidentes, se han caracterizado en su mayoría por tener altos impactos ambientales.

Tomando en cuenta lo anterior (Carabias, 1992) distingue en tres grandes tipos las implicaciones posibles directas e indirectas, de los efectos del TLC sobre el sector agropecuario y el uso de los recursos: efectos macroeconómicos, presión sobre los recursos y cambios tecnológicos.

Efectos Macroeconómicos. En el caso de la mayoría de los productores campesinos podría haber desocupación y mayor emigración hacia zonas urbanas. También es probable que la mayor competencia conduzca a una explotación más intensa del suelo y la vegetación ante la necesidad de incrementar los volúmenes de producción para mantener el ingreso, aun cuando los márgenes de utilidad disminuyan. En el caso de productores que comercializan únicamente sus excedentes cosechados, las consecuencias son más inciertas. Si se concretan las importaciones masivas de granos básicos es probable que en muchas regiones campesinas mantengan sus estilos productivos y de uso de los recursos.

Presión sobre los recursos. Podría haber mayor explotación o especialización de alguna especie forestal, lo cual es nocivo, la segunda por la pérdida de biodiversidad; esto tanto en bosques de coníferas como en bosques tropicales. En la ganadería extensiva podría profundizarse la deforestación y la erosión de los suelos.

Efecto en cambios tecnológicos. Debido a la presión de grupos ecologistas en Estados Unidos, es probable que las normas de control se intensifiquen. De ser así, los efectos por el uso de paquetes tecnológicos, sobre todo en agroquímicos, en los cultivos de exportación se sometan a un control más riguroso y por ende a una menor contaminación en esos casos. Por lo que es de considerar que los aspectos legislativos y reglamentarios serán fundamentales para tratar de impedir que la intensificación en el uso de los recursos y el mayor ritmo de crecimiento económico a raíz del tratado se traduzcan en un deterioro más grave del medio ambiente. También será necesario fortalecer la capacidad pública descentralizada para aplicar la normatividad.

4.11 Modificación del Artículo 27 Constitucional.

La reforma a la ley agraria originó un cambio radical. Ya que el marco jurídico en el que se había desarrollado la actividad agrícola en el país fue radicalmente transformado al inicio de los años 90's por iniciativa de la Presidencia de la República. Dicho cambio se llevó a cabo según el mismo gobierno con la finalidad de propiciar dos factores importantes: a) dar certidumbre jurídica en el campo, b) capitalizar al campo mexicano y c) proteger y fortalecer la vida ejidal y comunal (Pres. de la Rep., Iniciativa de ley para la reforma del Art. 27 Const. Méx. D.F., citado por Turrent, 1991). Tales objetivos involucran el fin del reparto agrario, la definición de nuevas formas de asociación y la facultad de la mayoría calificada del núcleo ejidal para otorgar al ejidatario el dominio de su parcela. El propósito es crear las condiciones para la asociación entre los recursos tierra y trabajo rurales, con el capital y la tecnología de origen privado; se busca así llevar las economías de escala en la producción, al campo mexicano (Turrent, 1994).

4.12 Política Económica Aplicada al Sector Agropecuario.

Los créditos ahora podrán ser concedidos en favor de la privatización de las tierras de ejidos y comunidades para ser compactadas en granjas de gran escala ya que la modificación al Art. 27 Constitucional permite la concentración de la tierra en pocas manos. El BANRURAL y sus predecesores han sido la principal fuente de financiamiento para el productor de maíz y de básicos en general, en el quinquenio 1985 -1989 habilitó, en promedio, casi 3 millones de hectáreas anualmente. En cambio en el bienio 1990 - 1991 sólo habilitó 642 mil hectáreas por año (IV Inf. de Gob. citado por Turrent, 1992). La lentitud, los procedimientos burocráticos y el escaso

equipamiento del BANRURAL, son causas que inciden en la inoportunidad en la administración del crédito. Por ejemplo, en el estado de Veracruz, en el ciclo primavera-verano de 1991, en un programa especial de crédito, se mostró la ineficiencia crediticia ya que solamente 53% de los productores acreditados, recibió las dos administraciones programadas dentro del período de desarrollo del maíz. Este factor afectó negativamente la recuperación del crédito otorgado (Turrent, 1994). Casos como el anterior son comunes a nivel nacional.

Las nuevas políticas del gobierno de apoyo a la producción se definen en dos vertientes de crédito rural:

- El de los bancos de desarrollo y la banca privada, vertiente en la que se elimina el subsidio al crédito y la vertiente subsidiada que se conforma con un sistema de crédito a la palabra, a la que habrían de recurrir los demandantes de crédito bajo condiciones de subsistencia (Programa Nacional de Solidaridad, el cual fue precedido en 1990 por un ejercicio de reestructuración de las carteras vencidas en la banca de desarrollo).
- La privatización de la industria de los fertilizantes y la reestructuración de la empresa descentralizada "PRONASE".
- La drástica reducción del personal de la SARH.
- La parcial privatización del servicio de extensión agrícola.
- La desregulación de los procesos de multiplicación y comercialización de las semillas mejoradas.
- La implementación de un sistema de subsidio directo a los productores rurales.
- El nuevo programa de subsidio PROCAMPO, anunciado en octubre de 1993.

Los cambios originados por la vigencia del TLC, de la modificación al artículo 27 (marco jurídico-agrario) y la nueva política del sector público hacia el campo, tienen como objetivo preparar el campo mexicano para el proceso inminente de globalización de la economía, el cual opera a partir de 1994.

En lo que compete al maíz, el TLC prevee un período de 15 años hasta la total desregulación del mercado del maíz entre los tres países. Al cabo de este lapso, el precio que recibirá el productor mexicano por su maíz destinado al consumo nacional, será igual al precio internacional más los costos de internación y de comercialización (Turrent, 1994).

Los precios internacionales actuales del maíz son sostenibles sólo en la medida en que los gobiernos de Estados Unidos, principal productor y exportador de maíz a nivel mundial, y el de Canadá mantuvieran su nivel de subsidio actual, y así en otros productos básicos principalmente. Así también cabe aclarar que existen muchas desventajas ya que hay una enorme diferencia en la cantidad y calidad y en la productividad de los recursos disponibles para los productores norteamericanos y canadienses, en contra de los productores mexicanos: diferencias en los aspectos de rendimientos, productividad agrícola, costos de producción, productividad de la mano de obra, etc. En el Cuadro 23 se muestran algunas características de la disponibilidad de recursos y de su productividad, en los sectores agropecuarios de México, Estados Unidos y Canadá.

Cuadro 23. Algunas características de la disponibilidad de recursos del sector agrícola y de su productividad en México, Estados Unidos y Canadá (Caiva, 1992).

Características	México	Estados Unidos	Canadá
Tierra de labor por trabajador (a)	2.7	61.4	97.4
Tractores por trabajador	0.02	1.5	1.4
Trilladoras/1000 trabajadores	2.0	209.0	332.0
t de fertilizante/trabajador	0.19	5.81	4.57
Uso de semilla mejorada maíz %	15.9	100.0	100.0
Rend. de maíz en t/ha	1.7	7.0	6.2
Jornales/t de maíz	17.8	0.14	-
Subsidios como fracción de PIB*	0.029	0.35	0.43

* Fracción del Producto Interno Bruto Agropecuario.

Como se aprecia, las disponibilidades de tierra, de equipo agrícola y de recursos para invertir en insumos por trabajador agrícola, son ampliamente superiores en Estados Unidos y en Canadá, respecto a los de México. Por lo tanto, las productividades de la tierra y del trabajo son abismalmente diferentes. En el aspecto de rendimientos se muestra una comparación (Cuadro 24).

Cuadro 24. Rendimientos comparativos en diferentes cultivos entre México, Estados Unidos y Canadá (Turrent, 1994).

Cultivo	Rendimientos		
	México	U.S.A.	Canadá
Maíz t/ha	1.7	7.0	6.2
Frijol t/ha	0.542	1.661	1.865
Arroz t/ha	3.3	6.2	-
Leche L/vaca/año	1365.0	6224.0	5526.0

Respecto a la productividad de los jornales en los tres países se muestra a continuación un cuadro comparativo (Cuadro 25) (Turrent, 1994).

Cuadro 25. Productividad de los jornales por tonelada producida entre los tres países.

Cultivo	Productividad (jornales/t)		
	México	U.S.A.	Canadá
Maíz	17.84	0.14	—
Frijol	50.80	0.6	—
Trigo	3.17	0.33	0.13
Arroz	33.14	0.23	—

Además, existen otras desventajas en los siguientes aspectos:

4.12.1 El factor agroclimático en el rendimiento.

Por ejemplo, en el cinturón maicero en Estados Unidos, en la parte norte y noreste en los estados de Nebraska, Indiana, Illinois y Michigan, el fotoperíodo es mucho mayor (14 a 17 horas luz), lo cual origina mayor captación de energía luminosa, entonces mayor fotosíntesis y por lo tanto mayor rendimiento. En cuanto a los suelos, son profundos y de grandes planicies, lo cual facilita la mecanización (a diferencia de México, en donde dos terceras partes de su superficie agrícola son laderas y pendientes), la presencia de nevadas, la cual tiene las ventajas de controlar plagas y enfermedades, y proveer suficiente humedad para la siembra, así también la precipitación para el cultivo temporalero de granos, es también superior en los países del norte.

En tecnología, Estados Unidos y Canadá tienen mucho adelanto, producto de más de 100 años impulsando la investigación científica y tecnológica. En el aspecto económico es grande la diferencia en subsidios y apoyos al sector agropecuario, como se ve en los cuadros presentados anteriormente. Por otro lado, los costos son menores, por ejemplo, en Estados Unidos producir una tonelada de maíz cuesta 85 dólares y en México 200 dólares.

El valor del producto interno bruto agropecuario por trabajador en 1988 en México, Estados Unidos y Canadá es del orden de 1 799, 45 052 y 36 617 dólares, respectivamente.

Además, mientras en Estados Unidos y Canadá las semillas genéticamente mejoradas cubren prácticamente 100% de los campos, en México sólo cubren 15.9% de los maizales, 12% de los frijolares, y en conjunto, sólo 20.6% de la superficie de granos básicos.

4.12.2 Desventajas en políticas agrícolas.

Existe una diferencia muy grandes entre las políticas de fomento agropecuario aplicados en Estados Unidos y Canadá, plasmados en sus sistemas de precios y subsidios (a parte de sus programas de investigación, extensionismo y comercialización, crédito, infraestructura, etc.), en contraste con las políticas aplicadas en México de achicamiento brutal del apoyo estatal al campo.

No obstante lo anterior, el gobierno mexicano, a partir de 1986 y sobre todo desde 1988, ha realizado una apertura comercial unilateral en la mayoría de las ramas del sector agropecuario que han provocado graves daños en la producción interna, particularmente en los casos del sorgo, el arroz, la soya, el trigo, el maíz, el frijol, la manzana, el durazno, la leche, el huevo, la carne de res, etc., agravando las tendencias decrecientes de la producción agropecuaria mexicana (Calva, 1991).

Calva(1991) entre otras conclusiones, indica que el sector de granos básicos y en especial el maíz, sería incapaz de mantenerse dentro de la competencia que

significaría el TLC. Contrariamente, González, (1991), quien se basa en investigaciones experimentales del INIFAP y análisis económicos realizados por FIRA, concluye que en las provincias agronómicas de riego, de muy buen temporal y de buen temporal, de muy buen temporal y de buen temporal, en las que se ubican 2 079 000 ha sembradas con maíz, se podrían producir 13.7 millones de toneladas de grano, cantidad que equivale a la actual producción nacional de maíz, a un costo competitivo dentro de las condiciones del TLC, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Se adopte plenamente la tecnología disponible.
- b) Se incorpore o se adopte el método de labranza de conservación.
- c) Se mecanice la cosecha, en el caso de ciertos cultivos ya que otros como el trigo ya son mecanizados.
- d) Se superen los problemas socioeconómicos y agrarios que obstaculizan el desarrollo técnico y económico de la agricultura mexicana actual (González, 1991).

4.12.3 Estrategias para bajar costos en Estados Unidos.

De acuerdo con diferentes investigadores (citados por González, 1993) el efecto económico de la práctica de labranza de conservación en la franja maicera de los Estados Unidos no se manifiesta solamente en un aumento estadísticamente significativo de los rendimientos, sino sobre todo en la disminución considerable de los costos de producción. Así también, otros investigadores concluyen que el sistema antes mencionado en la franja maicera ya referida representa un aumento considerable en las tasas de rentabilidad observadas en el cultivo del maíz.

Por lo tanto, si se observan las grandes desventajas que tiene la agricultura mexicana respecto a la de los dos países del norte, se agudiza aún más dicha situación debido a la adopción del sistema de labranza de conservación en Estados Unidos, lo cual lo hace más competitivo frente a México, ya que como mencionan los autores antes referidos aumentan la rentabilidad de la agricultura por bajar los costos de producción más que por el aumento de los rendimientos.

5. PROPUESTA METODOLOGICA

5.1 Propuesta de Paquetes Tecnológicos

Se proponen los siguientes paquetes tecnológicos en el sistema labranza de conservación en los cultivos de: trigo, maíz y frijol; ya que son los cultivos básicos en la región del Altiplano Central del país que comprende parte de los Estados de: México, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo.

Considerando un suelo de textura media a gruesa (franco, franco-arenoso o franco-arcillo-arenoso), los cuales es posible encontrar en estas zonas (específicamente el Municipio de Temascalapa y Tecámac). Si se supone que no existe piso de arado (compactación), no se necesitaría hacer subsoleo o barbecho profundo, por lo tanto, en su momento sólo se debe iniciar con la aplicación de un herbicida de contacto (por ej. Paraquat) o uno selectivo, dependiendo del tipo de malezas presentes. Se expone el paquete tecnológico del sistema convencional y la propuesta del paquete tecnológico del sistema labranza de conservación en cada uno de los cultivos arriba mencionados, bajo condiciones de temporal. Dicho proceso se expone de manera completa, desde la preparación de suelos hasta la cosecha, incluyendo el seguro agrícola y el interés bancario, finalmente se hace un balance para determinar la productividad y rentabilidad respectiva. Los paquetes tecnológicos mencionados se describen a continuación:

5.1.1 Trigo bajo el sistema de labranza convencional.

Cuadro 28. Ejemplo de paquete tecnológico en el cultivo de trigo en el sistema de labranza convencional en condiciones de temporal.

Concepto o insumos	Equipo o prod. a utilizar	Periodo de aplicación	Forma de aplicación	Cantidad/ unidad	Precio unitario	Costo total
Gastos directos						
Preparación de tierras						
Barbecho	Araño	1 nov. - 20 dic.	1	1 ha	N\$120.00	N\$120.00
1a. Rastra	Rastra	1-30 abril	2	1 ha	60.00	60.00
2a. Rastra	Rastra	25 mayo-25 jun.	3	1 ha	60.00	60.00
Subtotal						240.00
Siembra						
Siembra	Sembradora de granos	25 de mayo al 25 jun.	4 Hileras	1 ha	60.00	60.00
Semilla	(90-40-00)	" "	"	130 kg	1.70	221.00
Fertilización	Fuentes	18-48-00	5 En bande	87 kg	0.87	75.69
" "	Urea	" "	" "	63.5 kg	0.70	44.45
Subtotal						401.14
Labores culturales						
2a Fert.	Voleadora	25 jun.-25 jul.	6 Voleo	1 ha	25.00	25.00
Fuente	Urea	" "	" "	98.5 kg	0.70	68.95
Aplic. herb.	Aspersora	24 jun.-24 jul.	" "	1ha	30.00	30.00
Herbicida	Esterón 47	" "	" "	1 L	20.00	20.00
Aplic. insec.	Aspersora	30 jul.-15 sept.	" "	1 ha	30.00	30.00
Insecticida	Malatión 500	" "	" "	1 L	20.00	20.00
Subtotal						193.95
Cosecha						
Cosecha	Combinada	1 oct.-1 nov.	7 Trillado	1 ha	120.00	120.00
Subtotal						120.00
Total de gastos directos (TGD)						955.09
Gastos indirectos						
Seguro	Agrosemex	1 jun. al 1 de nov.	Por ciclo	1 ha	163.80	163.80
Interés***	Banrunal	Mayo a nov.	Mensual	Paq. 1"	1.92%	18.34
Transporte	Camión	15 oct. a 15 de nov.	5 a 10 km	1 viaje	80.00	80.00
Total de gastos indirectos (TGI)						372.18
Continúa						

Continuación del cuadro 26.

Costo total de producción (TGD + TGI)				1327.25
Valor de la producción (Cosecha)				
Descripción	Rend. esperado	PMR**	Importe	
Grano	3.5 t/ha	N\$ 600.00	N\$ 2 100.00	
Balance				
Valor total de la producción		N\$ 2 100.00		
Costo total de la producción		1 327.25		
Utilidad neta		772.75		
Relación B/C		1.58		

* Costo del paquete I (Riesgos climatológicos)

** Precio medio de referencia.

*** Interés (Calculados sobre el total de gastos directos). La tasa de interés de 1.92% es de la primera semana de enero de 1995.

- 1] Barbecho. 25 a 30 cm de profundidad, después de la cosecha.
- 2] Primera rastra. Aproximadamente un mes antes de la siembra dar el primer paso de rastra.
- 3] La segunda rastra deberá hacerse previo a la siembra para eliminar malezas nacidas y preparar una cama adecuada para sembrar con la sembradora de granos.
- 4] Siembra. La fecha de siembra depende del inicio del temporal y el método de siembra deberá ser de preferencia en hileras, ya que es más eficiente que el método al voleo. En el cuadro 27 se presentan las variedades, para escoger la adecuada de acuerdo con la fecha de siembra.
- 5] Fertilización. Aplicar la fórmula 90-40-00, haciendo la aplicación de nitrógeno en dos partes (50% en la siembra y 50% al amacollamiento, aplicada ésta al boleó) y todo el fósforo en la siembra; la segunda aplicación de nitrógeno deberá hacerse de los 25 ó 35 días después de la siembra.
- 8] Labores culturales:
 - Control de malezas. La aplicación de herbicidas debe ser de postemergencia entre los 30 y 35 días después de la siembra en 200 L de agua, para malezas de hoja

angosta como avena silvestre y pastos aplicar 2 L de Puma entre los 25 y 30 días después de nacido el cultivo.

Control de Plagas. Por lo general no se presentan, pero en caso contrario se presenta comúnmente el pulgón del cogollo, el pulgón de la espiga (*Schizaphis graminum*) o el gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*), por lo que el control químico puede hacerse también con Savin 80 PH (1 kg/ha en 200 L de agua).

Enfermedades. Se llegan a presentar la roña o tizón de la espiga (*Fusarium* spp), roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis*) y tizón de la gluma (*Septoria nodorum*). Pero las variedades antes mencionadas son resistentes excepto la variedad temporalera M-87 que es un poco susceptible a roya lineal amarilla.

71 Cosecha. Esta debe hacerse tan luego el grano llegue a madurez comercial para evitar pérdidas por desgrane o por siniestros como el granizo.

Cuadro 27. Variedades de trigo adecuadas para la Mesa Central de México.

Variedades	Ciclo Vegetativo	Clasificación
Temporalera M-87	110 - 139 días	Tardío
Pavón F-76	112 - 143 días	Tardío
Zacatecas VT-74	106 - 137 días	Intermedio
Galvés M-87	100 - 128 días	Precoz
Verano S-91	106 - 137 días	Intermedio
Batán F-92	100 - 128 días	Precoz

Fuente: Turrent, 1992.

5.1.2 Trigo bajo el sistema de labranza de conservación.

Cuadro 28. Paquete tecnológico propuesto en el cultivo de trigo en el sistema labranza de conservación en condiciones de temporal.

Concepto o Insumos	Equipo o prod. a utilizar	Periodo de aplicación	Forma de aplicación	Cantidad/ unidad	Precio unitario	Costo total
Gastos directos						
Preparación de tierras						
Herbicida	Gramoxone	15 mayo-15 jun.	1l	1.5 L	25.00	37.50
Aplicación	Aspersora	" "	Total	1 ha	30.00	30.00
Subtotal						67.50
Siembra						
Siembra	Sembradora L - 0	25 de mayo al 25 jun.	2l Hileras	1 ha	100.00	100.00
Semilla	" "	" "	" "	130 kg	1.70	221.00
Fertilización	(90-40-00)	" "	3l	" "	" "	" "
Fuente	18-46-00	" "	En banda	87 kg	0.87	75.69
"	Urea	" "	" "	63.5 kg	0.70	44.45
Subtotal						441.14
Labores culturales						
2a Fert.	Voleadora	25 jun.- 25 jul.	4l Voleo	1 ha	25.00	25.00
Fuente	Urea	" "	" "	98.5 kg	0.70	68.95
Aplic. herb.	Aspersora	24 jun-24 jul.	Cob.total	1ha	30.00	30.00
Herbicida	Esternón 47	" "	" "	1 L	20.00	20.00
Aplic. Insecto.	Aspersora	30 jul.-15 sep.	" "	1 ha	30.00	30.00
Insecticida	Melatión 500	" "	" "	1 L	20.00	20.00
Subtotal						193.95
Cosecha						
Cosecha	Combinada	1 oct.-1 nov.	5l Trillado	1 ha	120.00	120.00
Subtotal						120.00
Total de gastos directos (TGD)						822.59
Gastos indirectos						
Seguro	Agroasemex	1 jun. al 1 de nov.	Por ciclo	1 ha	163.80	163.80
Interés	***Bannural	1 jun. - 30 dic.	Mensual	Paq. 1* 1.92%	15.79	110.56
Transporte	Camión	oct. a nov.	5 a 10 km	1 viaje	80.00	80.00
Total de gastos indirectos (TGI)						354.36
Costo total de producción (TGD + TGI)						1176.95
Continúa						

Continuación del cuadro 26.

Valor de la producción

(Cosecha)

Descripción	Rend. esperado	PMR**	Importe
Grano	3.5 t/ha	N\$ 600.00	N\$ 2 100.00

Balance

Valor total de la producción	N\$ 2 100.00
Costo total de la producción	1 178.95
Utilidad neta	923.05
Relación B/C	1.78

* Costo del paquete I (Riesgos climatológicos)

** Precio medio de referencia.

*** Intereses (Calculados sobre el total de gastos directos). La tasa de interés de 1.92% es de la primera semana de enero de 1995.

1] Preparación del terreno. De preferencia debe ser un terreno de textura mediana a gruesa o de lo contrario verificar que no haya formación de piso de arado, entonces la aplicación de herbicida de presiembra sustituye al barbecho y al rastreo, la aplicación deberá hacerse 3 a 5 días antes de la siembra para facilitar el trabajo de la sembradora de labranza cero. El control se hace con herbicida de contacto no selectivo como Gramoxone (Paraquat) en 400 L de agua o incluso puede hacerse aplicación de algún herbicida derivado del 2-4D, solo si existen malezas anuales de hoja ancha.

2] Siembra. La fecha de siembra dependerá del inicio del temporal. Esta deberá hacerse con sembradora-fertilizadora especial de labranza cero de granos finos. Es importante realizar la calibración de densidad de siembra y dosis de fertilización y ajustar también profundidad de la misma, en función de la variedad y de la fecha de siembra (Cuadro 27).

3] Fertilización. Aplicar la fórmula 90-40-00, aplicación del nitrógeno en dos partes (50% en la siembra y 50% al amacollamiento aplicado ésta al voleo) y todo el

fósforo en la siembra; la segunda aplicación de nitrógeno deberá hacerse de los 25 a 35 días después de la siembra; puede hacerse la aplicación total del nitrógeno en la siembra, dependiendo del tipo de suelo y la humedad.

4] Labores culturales.

Control de Malezas. La segunda aplicación de herbicida es de postemergencia. En malezas de hoja ancha un litro de Esterón 47 en 200 L de agua, y si además existe el chayotillo, entonces aplicar 1.5 L de Brominal 240 CE ó 25 g de Harmony (un frasco), agregando un adherente en el segundo caso. En malezas de hoja angosta como avena y pastos, aplicar 2 L de Puma (fenoxiprop-etil) en 200 L de agua más un adherente, o también se puede aplicar Grasp (Tralkoxydim) 2.5 L/ha cuando las malezas tengan de dos a seis hojas.

Control de Plagas. Por lo general no se presentan, pero en caso contrario, comúnmente se presenta el pulgón del cogollo, el pulgón de la espiga o el gusano soldado, por lo que el control químico también puede hacerse con Sevin 80 PH (1 kg/ha en 200 L de agua), aunque es más costoso este producto, pero es más efectivo y menos dañino al medio ambiente, al hombre y a la fauna benéfica.

Enfermedades. En el caso de la cero labranza debido al uso de residuos de cosecha se debe vigilar para detectar la posible presencia del hongo del "mal del pié" (*Gaeumannomyces graminis*), que en otros países por ejemplo, en Chile ha sido un problema, sobre todo en monocultivo prolongado. En México, específicamente en la Mesa Central, se llegan a presentar las roñas, tizones y royas. Pero las variedades antes mencionadas son resistentes a dichas enfermedades, excepto la variedad temporalera M-87 que es poco susceptible a roya lineal amarilla.

5] Cosecha. Se realiza igual que el paquete de labranza convencional.

5.1.3 Maíz bajo el sistema de labranza convencional.

Cuadro 29. Ejemplo de paquete tecnológico en el cultivo de maíz en el sistema labranza convencional en condiciones de temporal.

Concepto o insumos	Equipo o prod. a utilizar	Periodo de aplicación	Forma de aplicación	Cantidad/ unidad	Precio unitario	Costo total
Gastos directos						
Preparación de tierras						
Barbecho	Arado	1 nov. - 20 dic.	1j	1 ha	120.00	120.00
1a. Rastra	Rastra	1 - 30 marzo	2j	1 ha	60.00	60.00
2a. Rastra	Rastra	25 abril - 25 may.	3j	1 ha	60.00	60.00
Subtotal						240.00
Siembr						
Siembra	Sembradora unitaria	25 abril-25 may.	4j En surcos	1 ha	60.00	60.00
Semilla	"	"	"	25 kg	7.50	187.5
Fertilización	(135-60-20)	"	5j En banda	130 kg	0.87	113.10
"	18-46-00	"	"	96 kg	0.70	67.20
"	Urea	"	"	34 kg	0.70	23.80
"	KCl	"	"	"	"	"
Subtotal						451.60
Labores culturales						
1a Escarda	Cultivadora	25 may.-25 jun.	6j 1 ha	60.00	60.00	
2a Escarda	Sembradora-fertilizadora	25 jun.-25 jul.	"	1ha	60.00	60.00
"	"	"	"	"	"	"
2a Feril.	"	"	En banda	1 ha	"	"
Fuente	Urea	"	"	147 kg	0.70	102.90
Aplic. Herb.	Aspersora	30 may.-30 jun.	"	1 ha	30.00	30.00
Herbicida	Hierbatero	"	"	1 L	20.00	20.00
Aplic. Insec.	Aspersora	25 jul.-25 ago.	"	1 ha	30.00	30.00
Insecticida	Sevin 80 PH	"	"	1 kg	40.00	40.00
Subtotal						342.90
Cosecha						
Recolección	M. de obra	20 oct.-20 nov.	7j 10 jorn.	25.00	250.00	
Acarreo	"	"	"	1 ha	100.00	100.00
Desgrane	Desgranadora	1 - 30 dic.	"	1 ha	200.00	200.00
Subtotal						550.00
Total de gastos directos (TGD)						1584.50

Continúa

Continuación de 29.

Gastos indirectos

Seguro	Agrossemex	1 jun. al 1 de nov.	Por ciclo	1 ha Paq. 1*	160.84	160.84
Interés	Banrural	may. a dic.	Mensual 7 meses	1.92%	30.42	212.95

Total de gastos indirectos (TGI) 373.79

Costo total de la producción
(TGD + TGI) 1958.29

Valor de la producción
(Cosecha)

Descripción	Rend. esperado 4 t/ha	PMR** N\$ 650.00	Importe N\$ 2 600.00
-------------	--------------------------	---------------------	-------------------------

Balance

Valor total de la producción	N\$ 2 600.00
Costo total de la producción	1 558.29
Utilidad neta	641.71
Relación B/C	1.33

* Costo del paquete I (Riesgos climatológicos)

** Precio medio de referencia.

*** Intereses (Calculados sobre el total de gastos directos). La tasa de interés de 1.92% es de la primera semana de enero de 1995.

Preparación del terreno:

- 1] Barbecho. A 30 cm de profundidad, inmediatamente después de la cosecha.
- 2] 1a. Rastra. Después del barbecho, para desterronar.
- 3] 2a. rastra. Previo a la siembra, para adecuar la cama de ésta.
- 4] Siembra. La siembra se debe hacer en surcos de 80 cm de distancia en contorno en terrenos con pendientes, con 25 a 30 kg/ha de semilla certificada, con esto se logrará una densidad de población de 60 a 65 mil plantas por hectárea. La fecha de siembra depende del inicio del temporal lluvioso. La variedades a utilizar se muestran en el Cuadro 30.

5] Fertilización. Aplicar la fórmula 135-60-20; 50% de nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio en la siembra, el otro 50% del nitrógeno en la 1a. ó 2a. escarda, esta debe aplicarse cuando haya humedad y a un costado de la planta.

6] Labores culturales (control de malezas, plagas y enfermedades).

Malezas: hacer control integral mediante las escargas y los herbicidas, en este último caso se puede aplicar hierbamina (2-4D amina), en banda sobre la hilera de plantas en 200 litros de agua. Mantener libre de malezas a las variedades precoces los primeros 40 días y las tardías los primeros 60 días.

Plagas: en estos lugares normalmente hay poco ataque de plagas, pero se llega a presentar gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*), chapulines (*Melanoplus* spp y *Sphenanium purpurascens*) y pulgones (*Rhopalosiphum maidis*). El control químico puede hacerse, en el caso de las tres primeras plagas, con Sevin 80 PH a dosis de 1 kg/ha en 200 L de agua y en el último caso utilizar Pirimor a dosis de 400 g/ha en 200 L de agua.

Enfermedades: en cuanto a éstas, se llegan a presentar pudriciones de mazorca, causadas por diferentes hongos como: *Gibberella zeae*, *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp, *Physalospora zeae* y otros; las cuales se pueden controlar mediante la siembra de variedades resistentes y con la desinfección de las semillas.

7] Cosecha. Cabe mencionar que gran parte del costo del cultivo es debido a la mano de obra que se ocupa en la cosecha, por lo tanto, se debe buscar la alternativa de mecanizar la cosecha tratando de hacer esta directamente en el campo con cosechadoras de grano, sin que se tenga que cortar ni amogotar; sin embargo, se ha observado un problema que impide llevar a cabo de esta manera la cosecha, este

consiste en que al llegar el grano a su madurez comercial tarda mucho en bajar el porcentaje de humedad, la cual impide la cosecha mecanizada debido a que el grano sale con pedazos de olote.

Cuadro 30. Variedades de maíz para temporal, recomendadas para la Mesa Central de México.

Variedades	Ciclo Vegetativo	Clasificación
VS-22	160-180 días	Intermedio a tardío
H-30	153-158 días	Intermedio
H-32	120-130 días	Precoz
Criollo	150 días	intermedio
H-28	158-183 días	Intermedio a tardío

Fuente: Turrent, 1992.

5.1.4 Maíz bajo el sistema de labranza de conservación.

Cuadro 31. Paquete tecnológico propuesto en el cultivo de maíz en el sistema de labranza de conservación en condiciones de temporal.

Concepto o insumos	Equipo o prod. a utilizar	Periodo de aplicación	Forma de aplicación	Cantidad/ unidad	Precio unitario	Costo total
Gastos directos						
Preparación del terreno						
Aplic. Herb.	Aspersora	20 abril-20 may.	11 Cob.Total	1 ha	30.00	30.00
Herbicida	Gramoxone	" "	" "	1.5 L	25.00	37.50
Subtotal						67.50
Siembra						
Siembra	Sembradora fert. L - 0	25 abril-25 may.	21 En surcos	1 ha	100.00	100.00
Semilla	" "	" "	" "	25 kg	7.50	187.50
Fertilización						
Fuente	(135-80-20)	" "	31 En banda	130 kg	0.87	113.10
"	18-46-00	" "	" "	241 kg	0.70	168.70
"	Urea	" "	" "	241 kg	0.70	168.70
"	KCl	" "	" "	34 kg	0.70	23.80
Subtotal						583.10

Continúa

Continuación del cuadro 31.

Labores culturales			<u>4</u>			
Aplic. Herb.	Aspersora	30 jun.-30 jul.	Cob. total	1 ha	30.00	30.00
Herbicida	Hierbester	" "	" "	1 L	20.00	20.00
Aplic. Insec.	Aspersora	25 jul.-25 ago.	" "	1 ha	30.00	30.00
Insecticida	Sevín 80 PH	" "	" "	1 kg	40.00	40.00
Subtotal						120.00
Cosecha			<u>5</u>			
Recolección	M. de obra	20 oct.-20 nov.	8 jorn.	25.00	200.00	
Acarreo	" "	" "	" "	1 ha	100.00	100.00
Desgrane	Desgranadora	1 - 30 dic.	" "	1 ha	200.00	200.00
Subtotal						500.00
Total de gastos directos (TGD)						1280.60
Gastos indirectos						
Seguro	Agrossemex	1 jun. al 1 de nov.	Por ciclo	1 ha	180.84	180.84
Interés	Banrural	may. a nov.	Mensual 7 meses	Paq. 1* 1.92%	24.59	172.11
Total de gastos indirectos (TGI)						332.95
Costo total de producción (TGD + TGI)						1613.55
Valor de la producción (Cosecha)						
Descripción	Rend. esperado		PMR**		importe	
Grano	4 t/ha		N\$ 650.00		N\$ 2 600.00	
Balance						
Valor total de la producción			N\$ 2 600.00			
Costo total de la producción			1 613.55			
Utilidad neta			986.45			
Relación B/C			1.61			

* Costo del paquete I (Riesgos climatológicos)

** Precio medio de referencia.

*** Intereses (Calculados sobre el total de gastos directos). La tasa de interés de 1.92% es de la primera semana de enero de 1995.

1] Preparación del terreno. En este sistema se evitan el barbecho y los dos pasos de rastra y en su lugar se hace una aplicación pre-siembra de un herbicida no selectivo de contacto como es el caso del Gramoxone (Paraquat) para que la sembradora L-0 haga un trabajo eficiente, cuidando que el terreno sea de preferencia

de textura mediana a gruesa o de lo contrario verificar que no haya compactación de la capa arable. En cuanto a la dosis del herbicida será de 1.5 L/ha en 400 L de agua, esta cantidad de agua es con el fin de que haya una suficiente cobertura del producto sobre las malezas.

2] Siembra. La densidad de siembra será de 25 a 30 kg de semilla por hectárea, con una separación entre surcos de 80 cm, con esto se podrá lograr una densidad de población de 60 a 65 mil plantas por hectárea, densidad que se puede aumentar haciendo surcos a menor distancia y por lo tanto sembrando más de 30 kg/ha, esto dependerá de la maquinaria con que se haga la segunda aplicación de herbicida.

Las variedades a utilizar se muestran en el Cuadro 30, para seleccionar la más indicada, en función de la fecha de siembra.

3] Fertilización. La fórmula a aplicar es la 135-60-20, toda la dosis desde la siembra.

4] Labores culturales (control de malezas, plagas y enfermedades).

Malezas: hacer una segunda aplicación de herbicida con cualquier derivado del 2-4D, si existen sólo malezas de hoja ancha; pero si además hubiera chayotillo, entonces aplicar Brominal 240 CE 1.5 L/ha u otro herbicida adecuado. Además, se puede hacer un control integral aumentando la densidad de población de la manera mencionada en la siembra.

Plagas: en estos lugares normalmente hay poco ataque de plagas, pero se llega a presentar gusano cogollero, gusano soldado, chapulines y pulgones. El control

químico puede hacerse, en el caso de las tres primeras plagas con Sevin 80 PH a dosis de un kg/ha en 200 L de agua y en el último caso utilizar Pirimor a dosis de 400 g/ha en 200 L de agua.

Enfermedades.- Igual que en el paquete de labranza convencional.

Cosecha. Igual que en el paquete de labranza convencional.

5.1.5 Frijol bajo el sistema de labranza convencional.

Cuadro 32. Ejemplo de paquete tecnológico en el cultivo de frijol en el sistema labranza convencional en condiciones de temporal.

Concepto o insumos	Equipo o prod. a utilizar	Periodo de aplicación	Forma de aplicación	Cantidad/ unidad	Precio unitario	Costo total
Gastos directos						
Preparación del terreno						
Barbecho	Arado	1 nov. - 20 dic.	1l	1 ha	120.00	120.00
1a. Rastra	Rastra	1 - 30 abril	2l	1 ha	60.00	60.00
2a. Rastra	Rastra	20 mayo-30 jun.	3l	1 ha	60.00	60.00
Subtotal						240.00
Siembra						
Siembra	Sembradora	20 may.-30 jun.	4l En hileras	1 ha	60.00	60.00
Semilla	Fert. unitaria	" "	"	50 kg	6.50	325.00
Fertilización	(40-40-00)	" "	5l	"	"	"
Fuente	18-46-00	" "	En banda	67 kg	0.87	75.69
"	Urea	" "	" "	53 kg	0.70	37.10
Subtotal						467.79
Labores culturales						
1a Escarda	Cultivadora	15 jun.-15 jul.	6l Aflojar	1 ha	60.00	60.00
2a Escarda	"	15 jul.-15 ago.	Aporcando	1 ha	60.00	60.00
Aplic. Herb.	Aspersora	1-30 jul.	En banda	1 ha	30.00	30.00
Herbicida	Flex	" "	" "	0.75 L	148.00	111.00
Aplic. Insec.	Aspersora	20 ago.-20 sep.	" "	1 ha	30.00	30.00
Insecticida	Sevin 80 PH	" "	" "	1 kg	40.00	40.00
Subtotal						331.00
Continúa						

Continuación del cuadro 32.

Cosecha						
Recolección	M. de obra	20 sep.-15 oct.	Arancado	10 jorn.	25.00	250.00
Acarreo	Camión	" "		2 viajes	50.00	100.00
Desgrane	M. de obra	1 - 30 dic.	Apaleo	8 jorn.	25.00	150.00
Subtotal						500.00
Total de gastos directos (TGD)						1588.78
Gastos indirectos						
Seguro	Agrossemex	10 jun. al 1 de nov.	Por ciclo	1 ha Paq. 1*	217.05	217.05
Interés	Banrural	Jun. a nov.	Mensual 8 meses	1.92%	30.12	180.72
Total de gastos indirectos (TGI)						397.77
Costo total de producción (TGD + TGI)						1986.56
Valor de la producción (Cosecha)						
Descripción	Rend. esperado	PMR**	Importe			
Grano	1.8 t/ha	N\$ 2 500.00	N\$ 4 000.00			
Balance						
Valor total de la producción				N\$ 4 000.00		
Costo total de la producción				1 986.56		
Utilidad neta				2 033.44		
Relación B/C				2.03		

* Costo del paquete I (Riesgos climatológicos)

** Precio medio de referencia.

*** Intereses (Calculados sobre el total de gastos directos). La tasa de interés de 1.92% es de la primera semana de enero de 1995.

Preparación del terreno.

1] Barbecho: a profundidad de 25 a 30 cm.

2] 1a. Rastra: puede hacerse luego del barbecho, dependiendo de la dureza y tipo de suelo

3] 2a. Rastra: puede darse previa a la siembra.

4] Siembra. La siembra puede hacerse surcando con yunta o tractor y luego tirar la semilla, o de lo contrario sembrar con sembradora fertilizadora unitaria de 60 a 80 cm entre surcos, dependiendo de la variedad y sus hábitos (de mata, de semigufa y gufa). Y del tipo de maquinaria o yunta que se vayan a utilizar en los cultivos o escardas.

La densidad y fecha de siembra varían de acuerdo con la variedad y con el inicio de las lluvias como se muestra en el Cuadro 33.

5] Fertilización. En general, se recomienda aplicar la fórmula 40-40-00, todo en el momento de la siembra, se aconseja usar como fuentes a la urea y el 18-46-00, ya que dicha combinación reduce el volumen a aplicar y costos.

6] Labores culturales. Es importante llevar a cabo el control de malezas, plagas y enfermedades mediante un sistema de control integral, con ayuda de las escardas, así como con el manejo de la densidad de población.

Control de malezas: es importante mantener libre de malezas al cultivo durante su etapa crítica de competencia (30-60 días después de la emergencia), razón por la cual se debe hacer control mediante las escardas y aplicación de herbicidas (de preemergencia y postemergencia); en el primer caso se puede usar una mezcla de Lazo (Alaclor) + Afalon (Linurón) (2 L + 400 g/ha, respectivamente), o Dual (Metolaclor) + Afalon (2 L + 400 g/ha), en el segundo caso se puede usar Basagran (Bentazón) 480 CE, 2 L/ha o Flex (Fomesafen), 0.75 L/ha. En el caso de aplicación en preemergencia se debe tomar en cuenta el tipo de suelo, tipo de malezas, humedad del suelo y costo del producto.

Control de plagas: es importante ya que normalmente se presentan la conchuela (*Epilachna varivestis*), el chapulín (*Melanoplus spp*) y el picudo del ejote (*Anón godmani*). Se debe hacer un control integral mediante variedades y fechas de siembra, por ejemplo: la conchuela tiene mayor incidencia en variedades de ciclo tardío e intermedios y el picudo del ejote en variedades precoces, en este último caso es importante localizar a la plaga antes de que las hembras ovipositen dentro de los ejotes en formación para así poder combatirlos químicamente.

Control de enfermedades: este es otro factor en el que se debe hacer un manejo integral mediante variedades resistentes, fechas de siembra y control químico. Los tres tipos de enfermedades que se presentan en el frijol son: roya o chahuixtle (*Uromyces phaseoli*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y enfermedades causadas por bacterias como son: tizón de halo (*Pseudomonas phaseolicola*) y el tizón común (*Xanthomonas phaseoli*). Es de considerar que las dos últimas enfermedades se transmiten por semilla, para de esta manera programar la desinfección de las mismas antes de la siembra. Cabe señalar que las enfermedades causadas por royas atacan principalmente a variedades intermedias y tardías, la antracnosis ataca a los tres tipos de variedades y la bacteriosis ataca principalmente a las variedades precoces.

Z] Cosecha. Debe realizarse una vez que esté maduro el grano y empiece a secarse, para evitar desgrane de vainas y pérdidas. Para el desgrane de la cosecha se puede utilizar tractor para disminuir la mano de obra y por lo tanto bajar costos, cuidando que el grano no se ha quebrado por el peso de las llantas.

Cuadro 33. Variedades de frijol recomendadas para la Mesa Central de México.

Variedad y hábitos	Período de siembra	Densidad de siembra (kg/ha)	Distancia Surcos (cm)	Semillas por m lineal	Población (plantas/ha)
De mata Flor de durazno Bayomex Canario 107	20-30 junio	50-70	65	10-12	170 000
De semigüía Bayo-mecentral Flor de mayo Jamapa Bayo-Zacatecas	1-20 junio	45-60	70	8-10	130 000
De guía Flor de mayo M-38 Promisorio 219 Azufrado tapatío Negro Puebla Negro 150	15 mayo al 10 de junio	35-40	80	6-8	100 000

Fuente: INIFAP, 1993.

Clasificación de acuerdo a su ciclo vegetativo y hábitos:

De mata	Precoces	95-105 días
De semigüía	Intermedios	110-115 días
De guía	Tardíos	120-130 días

5.1.6 Frijol bajo el sistema de labranza de conservación.

Cuadro 34. Paquete tecnológico propuesto para en el cultivo de frijol en el sistema labranza de conservación en condiciones de temporal.

Concepto o insumos	Equipo o prod. a utilizar	Período de aplicación	Forma de aplicación	Cantidad/ unidad	Precio unitario	Costo total
Gastos directos						
Preparación del terreno			11			
Apil. Herb.	Aspersora	20 may.-25 jun.	Cob. total	1 ha	30.00	30,00
Herbicida	Gramoxone	" "	" "	1.5 L	25.00	37,50
Subtotal						67,50
Continúa						

Continuación del cuadro 34.

Siembra		<u>2</u>				
Siembra	Sembradora fert. L - O	20 may.-30 jun.	En hileras	1 ha	100.00	100.00
Semilla	" "	" "	"	50 kg	6.50	325.00
Fertilización	(40-40-00)	" "	<u>3</u>			
Fuente	18-46-00	" "	En bande	87 kg	0.87	75.69
"	Urea	" "	"	53 kg	0.70	37.10
Subtotal						537.79
Labores culturales		<u>4</u>				
Aplic. Herb.	Aspersora	20 jun.-30 jul.	Cob.tot.	1 ha	30.00	30.00
Herbicida	Flax	" "	" "	0.75 L	148.00	111.00
Aplic. Insec.	Aspersora	20 ago.-20 sep.	En bande	1 ha	30.00	30.00
Insecticida	Sevin 80 PH	" "	" "	1 kg	40.00	40.00
Subtotal						211.00
Cosecha		<u>5</u>				
Recolección	M. de obra	20 sep.-20 oct.	Arrancado	10 jorn.	25.00	250.00
Acameo	Camión	" "	Viajes	2 viajes	50.00	100.00
Desgrane	M. de obra	10-30 oct.	Apaleo	6 jorn.	25.00	150.00
Subtotal						500.00
Total de gastos directos (TGD)						1316.29
Gastos indirectos						
Seguro	Agroesemex	10 jun. al 1 de nov.	Por ciclo	1 ha Paq. 1*	217.05	217.05
Interés	Banrural	Jun. a nov.	Mensual 6 meses	1.92%	25.29	151.64
Total de gastos indirectos (TGI)						368.69
Costo total de producción (TGD + TGI)						1684.98
Valor de la producción (Cosecha)						
Descripción	Rend. esperado	PMR**	Importe			
Grano	1.8 t/ha	N\$ 2 500.00	N\$ 4 000.00			
Balance						
Valor total de la producción				N\$ 4 000.00		
Costo total de la producción				1 684.98		
Utilidad neta				2 315.02		
Relación B/C				2.37		

* Costo del paquete I (Riesgos climatológicos)

** Precio medio de referencia.

*** Intereses (Calculados sobre el total de gastos directos). La tasa de interés de 1.92% es de la primera semana de enero de 1995.

1] Preparación del Terreno. En caso de la labranza de conservación se hace una aplicación de herbicida presembrado, ya que el objetivo es no mover el terreno. Entonces, el barbecho y las rastras se sustituyen por la aplicación de un herbicida de contacto no selectivo, como el Gramoxone (Paraquat), para eliminar las malezas presentes y en consecuencia facilitar el trabajo de la sembradora de labranza cero.

2] Siembra. Una vez controlada la maleza y que empiece a secarse, se procederá a sembrar con sembradora especial de labranza cero. Las fechas de siembra, la densidad de siembra (de 35 a 70 kg/ha), así como también la distancia entre surcos (de 65 a 80 cm) dependen del hábito de crecimiento de la variedad. En cuanto a variedades recomendadas para la Mesa Central del país se muestran en el Cuadro 33.

3] Fertilización. Se debe aplicar la fórmula 40-40-00, todo en el momento de la siembra, utilizando como fuentes a la urea y el 18-46-00, con una mezcla homogénea de los mismos; la aplicación se hace con la misma sembradora, es necesario realizar la calibración de semilla como de fertilizante.

4] Labores culturales. Es importante llevar a cabo el control fitosanitario, es decir, el control de malezas, plagas y enfermedades.

Control de malezas: por lo general será necesario hacer una aplicación de herbicida (postemergente), en este caso de preferencia el herbicida Flex (Fomesafen) 0.75 L/ha en 200 L de agua, en cobertura total cuando el cultivo tenga de una a tres hojas trifoliadas y la maleza de cuatro a ocho hojas verdaderas, lo cual sucede aproximadamente entre los 25 y 35 días después de la siembra.

Control de plagas: por lo general se presenta la conchuela, el chapulín y el picudo del ejote; se recomienda hacer un control integral mediante variedades, fechas de siembra y control químico. En el caso de la conchuela y el chapulín el control químico puede hacerse con Sevin 80 PH (1 kg/ha en 200 L de agua); en el caso del picudo es importante localizar a la plaga antes de que las hembras ovipositen en los ejotes en formación, para poderlos combatir químicamente.

Control de enfermedades: se debe hacer un manejo integral mediante variedades resistentes, fechas de siembra y control químico. Los tres tipos de enfermedades que se presentan en el frijol son: royas, antracnosis y bacteriosis. Es de considerar que las dos últimas enfermedades se transmiten por semillas, razón por la cual se debe programar la desinfección de las mismas antes de la siembra. Cabe hacer notar que las enfermedades causadas por royas atacan principalmente a variedades intermedias y tardías, la antracnosis ataca a los tres tipos de variedades y la bacteriosis ataca principalmente a las variedades precoces.

5] Cosecha. Igual que en el paquete de labranza convencional.

NOTA: Se especifica que en los cuadros 26, 28, 29, 31, 32 y 34; el precio o costo de insumos (agroquímicos, semillas y fertilizantes) y labores agrícolas (barbecho, rastra, etc.), así como de la mano de obra se refieren a los que existían antes de la devaluación del peso mexicano de diciembre de 1994.

6. RESULTADOS ESPERADOS

6.1 Comparación de Resultados de las Propuestas.

Con la finalidad de tener bases para optar por la propuesta de la labranza de conservación como un sistema alternativo adecuado y benéfico dentro del esquema de la agricultura sustentable, se procede a comparar, a través de cuadros, cada uno de los sistemas y en cada cultivo. El paquete tecnológico y sus resultados verifican las ventajas que tiene el sistema labranza de conservación en los siguientes aspectos: costos, rentabilidad, utilidad y relación B/C., donde se consideran las diferencias en consumo de energía, excesivo paso de máquinas en el campo, etc.

Cuadro 35. Comparación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de trigo.

Concepto	Sistema de labranza		Diferencia
	Convencional	Conservación	
Valor total de producción	N\$ 2100.00	2100.00	0.00
Costo total de producción	1327.25	1176.95	150.30
Utilidad neta	772.75	923.05	150.30
Relación B/C	1.58	1.78	0.20

Cuadro 36. Comparación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de maíz.

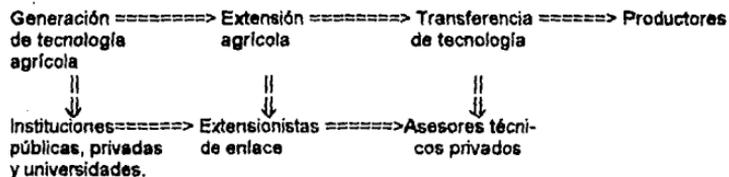
Concepto	Sistema de labranza		Diferencia
	Convencional	Conservación	
Valor total de producción	N\$ 2600.00	2600.00	0.00
Costo total de producción	1958.29	1613.55	344.74
Utilidad neta	641.71	986.45	344.74
Relación B/C	1.33	1.61	0.28

Cuadro 37. Comparación de los paquetes tecnológicos en el cultivo de frijol.

Concepto	Sistema de labranza		Diferencia
	Convencional	Conservación	
Valor total de producción	N\$ 4000.00	4000.00	0.00
Costo total de producción	1986.56	1684.98	281.58
Utilidad neta	2033.44	2315.02	281.58
Relación B/C	2.03	2.37	0.34

6.2 Métodos para Transferir la Tecnología.

En México, en el caso de las instituciones oficiales es muy lento el proceso de generación de tecnología y por otro lado, una vez que se crea la tecnología no existe suficiente personal de extensión y asesoría agrícola, ni lo suficientemente capacitados para hacer llegar dicha tecnología a los productores, destino final de la investigación agrícola. En el caso específico de la transferencia de tecnología en labranza de conservación se propone basarse en el siguiente esquema de transferencia:



En este proceso, el segundo paso, es decir, la Extensión Agrícola, no ha funcionado, ya que la Secretaría de Agricultura no ha implementado este servicio a través de las Delegaciones y los Distritos de Desarrollo Rural correspondientes. Por lo que se propone omitir dicho paso y así la transferencia puede ser en forma más directa, y el asesor técnico privado debe ser el puente para hacer llegar la nueva

tecnología a los productores, generada ésta por las instituciones de investigación. En cuanto a los recursos económicos para la asistencia técnica, se deben hacer uso de las políticas de financiamiento que para tal propósito tienen implementadas las instituciones federales y estatales. Políticas que implicen la organización de los productores, para que de esta manera reciban los apoyos, sobre todo del pago total o parcial del costo de la asistencia técnica, mediante el manejo de recursos en forma de reembolsos y con el control de los productores. Tomando en cuenta lo anterior, los métodos propuestos para hacer llegar la tecnología a los productores son: cursos de capacitación, parcelas demostrativas y la asesoría técnica. Apoyados éstos por las políticas de financiamiento de las instituciones de crédito correspondientes y por las instituciones de investigación y generación de tecnología; es este caso podrían ser, en cuanto al financiamiento, el BANRURAL (Banco de Crédito Rural), el FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido), el FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura), y en el caso de la generación de tecnología podrían ser el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias), el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo), el CP (Colegio de Postgraduados de Chapingo), el ICAMEX (Instituto de Capacitación Agropecuaria del Estado de México), así como las Universidades, ya sean públicas o privadas.

6.2.1 Cursos.

Los cursos deben ser impartidos por parte de las instituciones generadoras de tecnología o por las instituciones de financiamiento, en este caso puede ser el FIRA; dichos cursos deberán dirigirse a los asesores técnicos (ingenieros agrícolas). Para que estos sean los que transfieran la tecnología del sistema de labranza de conservación a los agricultores organizados bajo esquemas y reglas bien definidas; esto con base en convenios de concertación, en donde haya corresponsabilidad de las

partes involucradas (instituciones de financiamiento, productores y asesores). Esto encaja en las políticas de financiamiento y capacitación de que dispone el FIRA, ya que tiene servicios de capacitación práctica, con el propósito de lograr éxito en la promoción-adopción de tecnologías productivas; específicamente para el desarrollo del sistema de labranza de conservación, existe el Centro Nacional de Capacitación "Villa Diego" en Valle de Santiago, Gto., en el cual se ofrecen los siguientes servicios:

- a) Demostraciones del sistema "labranza de conservación",
- b) Cursos de capacitación,
- c) Adiestramiento y
- d) Formación de asesores.

Con base en lo anterior, se propone tomar el curso de "Formación de Asesores" con una duración de tres meses, el cual tiene como objetivos: elaborar diagnósticos y proyectos de asesoría e implementar el sistema de "labranza de conservación".

Los mecanismos para asistir a esos cursos pueden ser por iniciativa propia, cubriendo el 100% del costo, o mediante la concertación y apoyo de productores organizados interesados en adoptar el sistema, en este caso la organización de productores pagaría 25% y el FIRA 75% del costo del curso; esto implica que dicha organización reciba financiamiento por parte de la institución mencionada. Financiamiento que puede ser para la adquisición del equipo necesario para implementar el sistema, en este caso para adquirir la sembradora de "labranza cero", la cual es mucho más costosa que una sembradora para el sistema convencional, y para el pago de la asistencia técnica, la cual es indispensable para el éxito en la adopción del sistema. Lo anterior puede apoyarse mediante programas y

financiamiento de las instituciones como: FIRCO, BANRURAL, e instituciones de los gobiernos de los Estados.

6.2.2 Parcelas demostrativas.

Se proponen dos formas para impulsar la adopción del sistema "labranza de conservación":

- a) Parcelas de validación de tecnología.
- b) Parcelas de demostración a nivel comercial.

Las parcelas de validación las debe establecer el INIFAP, el CP y el CIMMYT, en coordinación con los Distritos de Desarrollo Rural, el asesor técnico privado y la institución de financiamiento (FIRCO, FIRA o BANRURAL).

Las parcelas de demostración a nivel comercial las establecerán los asesores técnicos privados, con el apoyo de los productores organizados, el FIRA y la SARH y, como institución de aseguramiento, AGROASEMEX. En ambos casos, las parcelas se deben establecer en terrenos de los productores participantes en un programa o proyecto. La organización de los productores puede ser por módulos de 50 a 100 productores, con una superficie de 500 a 1000 ha, dependiendo del número de productores, de lo compacto o disperso de los predios, del tamaño de éstos y del patrón de cultivos a explotar. Por tal razón, se debe establecer una parcela por cultivo, con su respectivo testigo del sistema de "labranza convencional", y organizar demostraciones para que asistan los productores de la zona, en especial los productores organizados para tal fin. En dichos eventos se debe demostrar la

conservación del suelo, el menor costo y el rendimiento, el cual debe ser similar o superior al testigo para mostrar la mayor rentabilidad del sistema.

El FIRA puede apoyar en la adquisición del equipo en dos formas: una, otorgando crédito a la organización de productores y, otra, otorgando crédito a un asesor técnico privado o a un despacho con la condición de salir capacitados a través del curso de formación de asesores, ya que normalmente los ingenieros que asisten a esos cursos ya han organizado a los productores, concretamente se puede adquirir el equipo a través del FEGA (Fondo Especial de Asistencia Técnica y Garantías para Créditos Agropecuarios), fondo que forma parte del FIRA. El pago de la maquinaria es a la tasa de interés preferencial de la Banca de Desarrollo.

6.2.3. Asesoría técnica.

Como la asesoría técnica, es el paso último y definitivo para la transferencia de tecnología, es esencial que el sistema de "labranza de conservación" sea implementado por los ingenieros agrícolas y agrónomos, por un lado, con capacitación mediante los cursos antes mencionados y, por otro lado mediante el establecimiento de parcelas demostrativas y también capacitando a los productores en forma individual y grupal. La asesoría técnica debe otorgarse de manera integral, abarcando la planeación, el proceso productivo y la comercialización; con apoyo en el aspecto económico, en las políticas de financiamiento de las instituciones correspondientes, así como también con la actualización continúa para ofrecer un buen servicio de asesoría.

6.3 Apoyo de Instituciones y Políticas de Financiamiento para Transferir Tecnología.

Entre las políticas de financiamiento existentes a nivel nacional están las que ofrecen el BANRURAL, el FIRA y el FIRCO, sobre todo a nivel de producción

comercial. En cuanto a validación de tecnología e investigación están el INIFAP, el CIMMYT y el CP.

6.3.1 BANRURAL.

Dentro del programa de modernización y fortalecimiento del sistema BANRURAL, hubo un cambio notable en el período 1989-1991, el cual consistió en eliminar el crédito en las zonas con siniestros recurrentes. Las operaciones se están centrando en sujetos y zonas con proyectos de desarrollo viables y en función de las garantías que estén en posibilidad de ofrecer. En la actividad agrícola se ha mantenido el apoyo al cultivo de básicos en zonas adecuadas, el banco ha promovido la mezcla del crédito con recursos a fondo perdido o con tasas cero de otras entidades (PRONASOL, FIRCO, CONAGUA) y gobiernos estatales; se han financiado proyectos de largo plazo que involucran a productores de bajo nivel productivo. El crédito se entrega totalmente en efectivo a fin de que los productores opten por los insumos, equipos y bienes de capital de su preferencia.

Existe un nuevo esquema de financiamiento para la asistencia técnica que deja en manos de los acreditados la elección y la contratación de este servicio, también el apoyo de un mecanismo de reembolso temporal de una parte de los costos, en función de sus necesidades y su nivel de organización.

Créditos. a) Créditos de habilitación o avío; incluyen el aseguramiento y la asistencia técnica, b) créditos refaccionarios; destinados a financiar la adquisición, construcción e instalación de activos fijos y bienes de consumo duradero, formulación de proyectos y otros conceptos sujetos a períodos de amortización mayores a 24 meses y c) otros tipos de crédito.

Tasas de interés. Son determinadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, las fuentes financieras de descuento y en su caso el Banco de México. Estas tasas varían en función del costo del dinero y se actualizan mensualmente, las tasas de interés son preferenciales con respecto al nivel de las tasas comerciales. Las tasas más bajas se aplican a los productores de bajos ingresos (PBI), con ingreso medio neto anual hasta por 1000 salarios mínimos de la región correspondiente, a los créditos refaccionarios, a las actividades primarias y a la producción de básicos. En cuanto a los sujetos de crédito, éstos pueden ser personas físicas o morales, los cuales se clasifican precisamente como productores de bajos ingresos y otros productores (OP), éstos son los que superan los 1000 salarios mínimos.

Servicios complementarios. Créditos para cubrir el costo de la asistencia técnica que contraten los productores. Bonificación parcial a los productores del costo de la asistencia técnica durante 3 años. Financiamiento a los prestadores del servicio de asistencia técnica (asesores particulares o despachos).

6.3.2 FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura.

Esta institución es una dependencia del Banco de México, conformada por cuatro fondos, entre ellos el FEGA (Fondo Especial de Asistencia Técnica y Garantías para Créditos Agropecuarios), constituido en 1988 y cuyos principales objetivos son:

- a) Mejorar el ingreso y las condiciones de vida de los productores agropecuarios de bajos ingresos.
- b) Fomentar la producción de alimentos básicos con mayor déficit en la oferta y consumo nacional.

- c) Estimular la exportación o sustitución de importaciones de bienes agropecuarios, entre otros.

Organización. FIRA depende directamente del Banco de México en su carácter de fiduciario del gobierno federal y de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público como cabeza del sector financiero. Canaliza los recursos financieros nacionales, así como los provenientes de organismos internacionales.

Operaciones y servicios de apoyo. Financiamiento, mediante líneas de crédito para préstamos o descuentos a la Banca, a efecto de que ésta, a su vez, conceda financiamiento a los productores. Garantía a la Banca Múltiple de la recuperación parcial de los préstamos concedidos principalmente a PBI, cuando se requiera.

Reembolso de costos de asistencia técnica que los Bancos otorguen a los PBI.

Tipos de crédito y plazos. Estos se clasifican en tres tipos: a) Habilitación o avío (corto plazo); su plazo de amortización es variable, sin exceder de dos años, b) refaccionario (mediano y largo plazo), sin exceder de 15 años. Se pueden conceder hasta tres años de gracia para iniciar el pago del capital y c) prendarios (corto plazo), para facilitar la comercialización de los productos, con plazo hasta de 6 meses.

Las ramas de producción que apoya el FIRA son para productos prioritarios, en los que se incluyen granos alimenticios, oleaginosas, leche, huevo, etc.

Tasas de interés. En el sector agropecuario están en función del promedio ponderado de la tasa de descuento en colocación primaria de los certificados de la

Tesorería de la Federación (CETES) a plazo de 28 días, correspondiente al mes inmediato anterior a aquél en que se devenguen los intereses.

Programas especiales de fomento a la producción; entre otros están los siguientes:

- a) Programas de asesores para productores de bajos ingresos (PA/PBI).
- b) Apoyo al incremento de la producción de maíz y frijol con asistencia técnica especializada.
- c) Producción y beneficio de semillas mejoradas.

6.3.3 FIRCO. Fideicomiso de Riesgo Compartido.

Creado por decreto Presidencial en 1981, a través de la Ley de Fomento Agropecuario por la SARH, y cuyos objetivos son: coadyuvar al incremento de la productividad y producción de alimentos básicos, mediante apoyos de inversión, subsidio y crédito manejados en formas de paquetes integrales. Ejecutar proyectos y acciones basados en la concertación con los productores y los gobiernos de los Estados.

Para lograr lo anterior cuenta con diferentes instrumentos de apoyo entre los cuales están los siguientes:

Estímulos. Instrumento de inducción tecnológica masiva orientada a que los productores realicen acciones que les permitan incrementar la producción y productividad.

Garantía de riesgo compartido. Instrumento de apoyo mediante el cual el fideicomiso comparte con los productores el riesgo que implica la adopción de nuevas tecnologías.

Reembolso por gastos de asistencia técnica. Reembolsa a los productores organizados una parte de los gastos por concepto de asesoría técnica profesional.

Para lo cual existen programas de acuerdo con los objetivos perseguidos:

- a) Programa de apoyo a la validación y transferencia de tecnología. Las modalidades de este programa son: validación de tecnología agrícola y pecuaria. Dirigida a comprobar en campo las innovaciones tecnológicas.
- b) Demostración de tecnología agrícola y pecuaria, dirigida a difundir en campo la tecnología disponible generada y validada por el INIFAP y otras instituciones.
- c) Incremento a la producción de básicos alimentarios. Diseñada para incrementar la producción y productividad en cultivos básicos y oleaginosas.
- d) Programa de apoyo a la asistencia técnica intensiva, mediante esta reembolso a los productores un porcentaje de los gastos de asesoría técnica profesional. Los porcentajes son decrecientes para trasladar a los productores el costo total a más tardar en cuatro años.
- e) Programa de estímulo regionales. Otorga estímulos directamente a los productores, o a sus organizaciones. La aportación de recursos se realiza bajo el esquema de corresponsabilidad entre el gobierno federal y el gobierno estatal.

6.4 Instituciones y Proyectos de Investigación.

Para complementar la transferencia de tecnología del sistema de labranza de conservación hacia los productores, es necesario que los asesores estén en contacto y se apoyen de las investigaciones que llevan a cabo las diferentes instituciones. Por lo anterior, se considera la necesidad de producir alimentos con menos labranza, como una manera de conservar suelo y agua y producir a menor costo, sin afectar la productividad.

Es importante señalar que el INIFAP diseñó un proyecto para el estudio del sistema de labranza de conservación en maíz de temporal, con la participación de otras instituciones (FIRA, CIMMYT y CIRAD de Francia). Con un área de estudio formada por 11 estados del país, este proyecto se compone de los siguientes subproyectos:

- a) Estudio del efecto de la labranza - residuos de cosechas - fertilización NPKS sobre la productividad de maíz de temporal.
- b) Evaluación de herbicidas para el control de malezas y determinación de la dinámica de población de maleza en maíz de temporal.
- c) Evaluación de genotipos de maíz para temporal.
- d) Evaluación de maquinaria e implementos para la labranza de conservación en maíz de temporal.
- e) Evaluación económica del proyecto de investigación de labranza de conservación para maíz de temporal.

7. CONCLUSIONES

1. Para la adopción del sistema de labranza de conservación por parte del agricultor, es básico emprender una tarea del asesor técnico agrícola y de las instituciones correspondientes. Labor que consista en el convencimiento práctico y real como un sistema prometedor de alternativas para aumentar la rentabilidad agrícola, la conservación de suelo y el mejor aprovechamiento del agua de lluvia o de riego por disminuir la evaporación. La adopción puede acelerarse mediante la observación y demostración de su eficiencia para solucionar el problema de la pérdida o deterioro del suelo; además de mejorar las características físicas, químicas y biológicas deseables en un suelo agrícola. Otros obstáculos a vencer para la adopción de esta tecnología, es la mentalidad y actitud para cambiar el sistema tradicional de explotar la tierra.

2. Reducción de costos. La reducción de costos se basa en el bajo uso de equipo agrícola y en el menor tiempo utilizado para trabajar una hectárea durante el proceso productivo. Ya que para hacer una adecuada rotación de cultivos es necesario contar solamente con dos tipos de sembradoras de labranza cero (sembradora de granos pequeños, como es el caso del trigo, y sembradora de granos grandes, como es el maíz y el frijol). Este es el equipo básico para practicar este sistema, a diferencia de la gran cantidad de equipo que se utiliza en el sistema de labranza convencional como son: arados, rastras, cultivadoras, surcadoras, etc.

Por otro lado, el ahorro en costos se debe al menor número de pasos de maquinaria sobre el terreno, lo que implica también menor consumo de energía que involucra mayor conservación del recurso energético y mayor duración de la vida útil

del tractor, ya que para trabajar una hectárea sólo se hacen dos o tres pasos, mientras que con labranza convencional se requieren seis o siete.

3. Tipo de suelo. Para iniciar la implantación del sistema que aún no se domina, es importante hacer una clasificación de los tipos de suelos y con esto, seleccionar los suelos de textura media a gruesa, ya que en ellos es más factible el éxito del sistema, y en el caso de suelos de textura fina, cerciorarse de que no exista compactación de la capa arable (20 a 40 cm de profundidad). Se deben evitar, sobre todo al inicio, suelos con problemas de drenaje o con capa freática superficial.

Si el suelo está compactado es recomendable dar un barbecho profundo y subsolar, luego, si es necesario encalar, posteriormente se puede incorporar con la rastra, antes de la siembra, el fertilizante (17-17-17). Se aconseja sembrar avena con una alta densidad, con la finalidad de controlar lo más posible la cantidad y variedad de malezas existentes en el terreno.

4. Riego o temporal. Se debe tomar en cuenta si el sistema se va a implementar en siembras de riego o temporal, ya que también el éxito puede depender de esto. Pues el sistema de riego puede hacerse con un uso intensivo del suelo y por lo tanto mejor manejo de los residuos de cosecha, así sería posible disminuir el número de riegos por ciclo agrícola, ya que con el buen manejo de los residuos se conserva la humedad, ya sea de riego o de lluvia, para el aprovechamiento del cultivo. Por el contrario, en temporal aunque puede ser más necesario debido a la falta de agua, es más problemático el manejo de los residuos, ya que los terrenos quedan desprotegidos durante aproximadamente seis meses, dependiendo del cultivo. Durante este tiempo debería evitarse el pastoreo de ganado en los terrenos, a fin de conservar los residuos de cosecha para el próximo cultivo. Esto sucede sobre todo en

regiones como la Mesa Central del país, incluidos por supuesto los Municipios de Temascalapa y Tecámac del Estado de México.

También se debe tomar en cuenta el tamaño y ubicación de los predios, cultivo y patrón de cultivos, tipo de maquinaria existente, así como los objetivos esperados en los aspectos técnico-productivos, financieros, económicos y sociales

5. Manejo de residuos de cosecha. En este sistema se deben evitar quemas, mantener residuos en la superficie y usar maquinaria específica (sembradoras labranza cero). El manejo de los residuos debe contemplar el porcentaje de cobertura del terreno, la distribución uniforme, el tipo de residuos dependiendo del cultivo, así como balancear la cantidad de rastrojos que se destinará al ganado y el que quedará en el terreno. Para evitar el picado y su posterior desparramado de la paja en el caso del trigo y cultivos de cobertura en general, se recomienda hacer el corte lo más alto posible (la mitad del tallo o más) en el momento de la cosecha; esto evitará dicha labor y consecuentemente disminuyen costos.

6. Mantenimiento y calibración del equipo (sembradoras y aspersoras). Para optimizar la eficiencia de los implementos, se debe dar un mantenimiento periódico en el aspecto preventivo y correctivo. La calibración es fundamental para tener los efectos esperados de las dosis a aplicar de agroquímicos, fertilizantes y densidad de siembra.

7. Fertilización. Al respecto se deben considerar y evaluar las tres etapas de fertilización: presembrado, a la siembra y complementaria. En maíz y frijol, ésta debe hacerse sobre todo en la siembra, aplicando el 100% de la dosis correspondiente, y en caso de ser necesario según, el tipo de suelo, podría hacerse la fertilización

presiembr, sobre todo de P y K. En trigo y otros cultivos de cobertura puede hacerse la fertilización en la siembra y una más ya establecido el cultivo (al inicio de amacollamiento), esto aplicado al voleo. Es importante considerar el beneficio de la labranza de conservación para incrementar el porcentaje de materia orgánica, ya que de esta manera puede disminuirse el uso de fertilizantes químicos, sobre todo nitrogenados.

8. Control de malezas. Es importante hacer un inventario sobre las especies de malezas presentes en el área donde se va a implantar el sistema de labranza de conservación, para así hacer la planeación e implementar la estrategia de control. Se debe tener en cuenta que en este sistema se da una tendencia a la dominancia de malezas perennes, por lo que en su momento se puede hacer un control dirigido. En el caso de las malezas de pastos perennes, como es el zacate Jhonson (Sorghum halepense) y el zacate Bermuda (Cynodon dactylon), se debe prever su control y eliminación. Además, llevar a cabo un control integral de malezas mediante la densidad de población, rotación de cultivos y aplicación de herbicidas. Respecto a los herbicidas se deben usar diferentes tipos, para no provocar la resistencia de ciertas malezas, lo cual dificultará su control. Se debe tener bajo control la población de malezas, plagas y enfermedades, más no se debe intentar erradicar dichos organismos ya que esto ocasiona un desequilibrio natural de las especies, y como consecuencia la aparición de nuevas plagas, malezas y enfermedades.

Finalmente, en el control de malezas, sobre todo en aplicación de herbicidas preemergentes, en este sistema es recomendable aplicarlos en mayor volumen de agua, sobre todo cuando existen gran cantidad de rastrojos sobre el suelo, con el fin de que el ingrediente activo llegue a su sitio de acción. También se debe tener presente la residualidad, el modo de acción y la toxicidad de los herbicidas.

9. Ventajas en rendimiento, costos, utilidades y beneficio costo por cultivo.

En el cultivo de trigo (Cuadro 35), si se supone un rendimiento igual en ambos sistemas, se observa que existe una diferencia de N\$150.30 favorable al sistema de labranza de conservación, equivalente a 11.32% menor costo y la utilidad neta se incrementa en el mismo porcentaje, ya que ésta es la diferencia del costo de producción entre los dos sistemas. Por otro lado, la relación beneficio costo es 0.20 unidades mayor en el sistema de labranza de conservación, incrementando la rentabilidad del cultivo de trigo, lo cual significa que por cada peso invertido se obtiene 0.20 pesos más que en labranza convencional.

En el cultivo del maíz (Cuadro 36) se observa una diferencia de costos de N\$ 344.74, favorable al sistema labranza de conservación, equivalente a 17.60% menor costo, lo que representa la utilidad. La relación B/C es 0.28 unidades mayor en el sistema de labranza de conservación; lo que incrementa la rentabilidad del cultivo de maíz de temporal.

En el cultivo del frijol (Cuadro 37) se deduce que el rendimiento es igual en ambos sistemas, pero el beneficio se obtiene de bajar los costos en N\$ 281.58 por hectárea, equivalente a 14.32% menor costo, incrementan la utilidad en la misma proporción antes calculada, ya que esta aumenta en la medida que se bajan los costos.

La relación beneficio costo es 0.34 unidades mayor en el sistema de labranza de conservación, respecto a la labranza convencional, por consiguiente aumenta la rentabilidad del cultivo del frijol.

De lo anterior se observa que el cultivo que requiere la aplicación del sistema con mayor justificación de acuerdo con sus costos de producción es el maíz, le sigue el frijol y finalmente el trigo. La explotación de los tres cultivos implica contar con los dos tipos de sembradoras. Hay que tener en cuenta que poseer los dos implementos resultaría costoso, por lo que lo recomendable sería adquirir cualquiera de los dos, dependiendo de la importancia de los cultivos, mientras que se domina el sistema para adquirir el otro. Por el momento si se adquiere la sembradora de trigo se puede hacer rotación trigo-cebada-avena y posiblemente sorgo.

En cuanto a los pasos de maquinaria en el cultivo de trigo en el sistema de labranza convencional son cinco de la siembra a la cosecha; mientras que en labranza de conservación son dos. En el maíz en el sistema convencional son seis pasos de la preparación de la tierra a la cosecha, mientras que en el sistema de labranza de conservación son dos. En el frijol en el sistema de labranza convencional son siete pasos hasta la cosecha, mientras que en labranza de conservación son dos. En los tres cultivos no se contaron los pasos por aplicación de agroquímicos.

También se puede inferir que el gasto de energía en forma de combustible (diesel) es menor en el sistema de labranza de conservación respecto al sistema convencional, en los tres cultivos. El maíz y el frijol son los que más ahorran energía al aplicar el sistema de labranza de conservación.

10. Transferencia de tecnología. Para llevar a cabo ésta, se debe hacer una planeación en donde se combinen los siguientes factores: asistencia técnica, financiamiento, investigación agrícola, comercialización, organización de productores, existencia de la maquinaria agrícola, así como una adecuada planeación en función de las condiciones climáticas, del cultivo y del patrón de cultivos.

8. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agricultura de las Américas. 1994. Ranura en cruzeta para "Labranza de Conservación", Enero - Febrero. Año 43, No. 1
- 2.- Aguilar, J., J. Fernández E. Ortega, S. de Haro, T. Rodríguez. 1988. Micromorphological characteristics of soils producing olives under nonploughing compared with traditional tillage methods. *Developments in Soil Science*.
- 3.- AGROASEMEX. 1993. Programa estatal de aseguramiento de cultivos básicos. Toluca, México.
- 4.- Alvarado L., J. 1985. Estudio de la dinámica del potasio mediante los factores, Cantidad-Intesidad (Q/I) en suelos tropicales. (Tesis de Licenciatura), UNAM - FES-C, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.
- 5.- B.A. Yagodín, 1982. Agroquímica. Trad. al español (1986). Tomo I y II. Editorial Mir. Moscú.
- 6.- Barkin, D. 1992. Desarrollo agropecuario sostenible y equilibrios macroeconómicos y macrosociales. Seminario: "Alternativas para el campo mexicano". Tepoztlán, Morelos, 6 a 8 de julio de 1992. Programa Universitario de Alimentos. UNAM. Méx., D.F.
- 7.- Bray, F. 1994. Agricultura para los países en desarrollo. *Scientific American*, 216.
- 8.- Calva, J.L. 1992. Efectos de un tratado trilateral de libre comercio en el sector agropecuario mexicano. En: *La agricultura mexicana frente al tratado trilateral de libre comercio*. Juan Pablos Editor, S.A. México, D.F.
- 9.- Campos A., J. 1987. Enfermedades del frijol. Ed. Trillas, México D.F.
- 10.- Carabias, J. y E. Provencio. 1992. Hacia un modelo de desarrollo agrícola sustentable. Facultad de Economía y Facultad de Ciencias Humanas. UNAM.
- 11.- CIMMYT. 1977. Manual de campo. Enfermedades y plagas comunes del trigo. Folleto de información No. 29, México, D.F.
- 12.- Colegio de Postgraduados. 1991. Comisión de Estudios Ambientales. Agricultura sostenible: una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental. Memorias del Primer Simposio Nacional.
- 13.- Croveto L., C. 1992. Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Universitaria-Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile.

- 14.- CYTEM, 1992. **Primer Encuentro de Ciencia y Tecnología del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de México.** 23 al 28 de nov. de 1992. CEVAMEX-CIRCE, Toluca Edo. de México. Publicación Especial No. 6. Chapingo, México.
- 15.- Etchevers B., J. 1994. **La importancia del diagnóstico agronómico de campo. Memorias del Taller Internacional sobre Transferencia de Tecnología del Sistema Labranza de Conservación.** FIRA. Banco de México. Del 23 al 26 de marzo, Irapuato, Gto.
- 16.- E. Von Boguslawski y J. Debruck. 1983. **La paja y la fertilidad de la tierra.** CECSA. México.
- 17.- Fischer R., A., Roman S., Calixto V. 1995. **Proyectos: sustainable cropping in ME2: long-term rotation and tillage experiments at El Batán.** CIMMYT. México.
- 18.- FIRA. **Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura.** 1990. **Labranza de conservación, diagnóstico agronómico y equipos de apoyo.** Boletín Informativo No. 121. Volumen XXIII. 1 de noviembre.
- 19.- FIRA. **Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura.** 1987. **Dos experiencias en el cultivo de maíz. "5 años del PIPMA en Jalisco, Cero Labranza en Hidalgo.** Boletín Informativo No. 187. Volumen XIX. 13 de marzo.
- 20.- FIRA. **Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura.** 1994. **Memorias del Taller Internacional sobre Transferencia de Tecnología en el Sistema Labranza de Conservación.** Del 23 al 26 de marzo en el Centro de Convenciones Irapuato, Gto. México.
- 21.- Fogante, R. 1994. **Comparativo de rentabilidad de siembra directa contra la tradicional en Argentina.** Memorias del Taller Internacional sobre Transferencia de Tecnología del Sistema Labranza de Conservación. FIRA. Banco de México. Del 23 al 26 de marzo, Irapuato, Gto.
- 22.- Figueroa Sandoval, Benjamín. 1991. **Agricultura sostenible y deterioro ambiental: la erosión del suelo.** Memorias del Primer Simposio Nacional. **Agricultura Sostenible: una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental.** Comisión de Estudios Ambientales. C.P. y M.O.A. Internacional. Montecillo, México.
- 23.- Grageda G., J., M. Anaya G., J. L.Tovar S., A. Martínez G. 1991. **Efecto de la labranza y nitrógeno sobre algunas condiciones físicas del suelo y abatimientos de costos de producción de forraje en maíz y sorgo.** Agrociencia Serie Agua-Suelo-Clima. 2 (1):

- 24.- Jiménez, G. C. 1994. Apuntes del día demostrativo del sistema labranza de conservación en los cultivos de maíz y sorgo. 30 de septiembre. Centro demostrativo "Villa Diego", FIRA. Valle de Santiago, Gto. México.
- 25.- Kreuz, E; Engelhardt, K. 1991. Studies on the occurrence of the corn ground beetle (*Zabrus tenebrioides* Goeze) in winter wheat and winter barley as influenced by crop rotation. *Archiv-fur-Phytopathologie-und-Pflanzenschutz. Alemania.*
- 26.- León de, C. 1978. Enfermedades del maíz. Guía para su identificación en el campo. CIMMYT. Boletín de información No.11. 2da. edición. México, D.F.
- 27.- Macías C., J., V. Volke Haller, Reggie J. Laird, A. Martínez G. 1990. Efecto de dos sistemas de labranza sobre el rendimiento en cuatro rotaciones de cultivos en la Sierra de Sonora, Son. Colegio de Postgraduados. Agrociencia, Serie Agua-Suelo-Clima. 1 (3).
- 28.- Martínez R., L.M., Lasso M., 1991. Efecto de la labranza tradicional y la labranza de conservación para el control de la erosión en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal. *TERRA* 9 (1): 97-103.
- 29.- Márquez B., S. R. 1992. Perspectivas de la investigación y el servicio en la agricultura mexicana. Memorias del curso: Inducción al Servicio de Extensión Agrícola. UACH, SARH, DGPA. Chapingo, México.
- 30.- Norman E., B. 1970. La revolución verde, paz y humanidad. Conf. en ocasión de la entrega del premio Nobel de la Paz. Oslo, Noruega. 11 de diciembre. CIMMYT, México.
- 31.- ONU Agenda 21. 1992. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. Cap. 32. 3 al 14 de junio. Río de Janeiro, Brasil.
- 32.- Ortega P., R. y S. Cortina V. 1991. Diversidad, crisis y sostenibilidad en la agricultura mexicana. Memorias del Primer Simposio Nacional. Agricultura Sostenible: una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental. Comisión de Estudios Ambientales. C.P. y M.O.A. Internacional. Montecillo, México.
- 33.- Ortiz V., B. 1977. Fertilidad de los suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- 34.- Pastor M., A. Guerrero. 1990. Influence of *non-fillage* on olive grove production. *Acta-Horticulture*; International symposium on olive growing, Cordoba, Spain. 26-29 sept. 1989.
- 35.- Peireti A., R. 1993. La siembra directa en auxilio del suelo. *Diario La Nación*, Sección 4 (El Campo). Sábado 23 de enero. Buenos Aires, Argentina.

- 36.- PLM. 1992. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Ediciones PLM, S. A. de C.V. México D.F.
- 37.- Rojas G., M. 1994. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores. Limusa, México, D.F.
- 38.- SARH. INIA. 1984. Dir. Gral. de Dtos. de Temporal. Dir. Gral de Dtos. de Riego. CIMMYT. Viaje de estudios sobre labranza de conservación a Estados Unidos de Norteamérica. Del 27 de mayo al 28 de junio, México, D.F.
- 39.- SARH. INIFAP. 1993. Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE). Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro (CIRPCE). Proyecto: El Sistema de Labranza de Conservación en Maíz de Temporal. México.
- 40.- SARH. INIFAP. 1993. Tecnología para incrementar los rendimientos de los cultivos de la Mesa Central. Publicación Técnica No. 33 CIRCE - CEVAMEX. Chapingo, Méx.
- 41.- Saavedra M., M. Pastor. 1989. Population dynamics of weed flora in non-tillage olive groves subjected to simazine and diuron treatments. Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales. Spain.
- 42.- Sahymukhametov, M-Sh., Kalishina, LN., Knyazeva, NV., Travnikova, LS. 1992. Thermodynamic evaluation of the potassium and phosphorus status of chernozems in areas of soil protective agriculture. Eurasian Soil Science. Vol. 24: 107-119.
- 43.- Scopel, E., 1994. Manejo de residuos en labranza de conservación. CIMMYT/CIRAD-CA. El Batán, México.
- 44.- Turrent F., A. 1992. Manual de Diagnóstico-Recomendación para el Cultivo de Maíz en el Edo. de México. SARH INIFAP - CIRCE - CEVAMEX. Chapingo, México.
- 45.- Turrent F., A. 1992. Manual de Diagnóstico - Recomendación para el Cultivo de Trigo en el Edo. de México. SARH - INIFAP - CIRCE - CEVAMEX. Chapingo, México.
- 46.- Turrent F., A. 1994. Plan de investigación del sistema maíz - tortilla en la región centro. SARH- INIFAP-CIRCE, Chapingo, México.
- 47.- Universidad Autónoma de Chapingo. 1993. Dpto. de suelos - Laboratorio Central Universitario. Proyecto de Análisis de Suelos para el Edo. de México (D.D.R. Zumpango). Chapingo, México.

- 49.- UACH - SARH. 1992. Memorias del Curso de Inducción al Servicio de Extensión Agrícola. Centro de Educación Continúa y Servicios Universitarios. Chapingo, México
- 50.- Verman W. Ruttan. 1993. Agricultura de las Américas, Agricultura sustentable, Julio - Agosto, Año 42, No. 4.