

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**LABRANZA DE CONSERVACIÓN UNA
ALTERNATIVA TECNOLÓGICA**

Por

MIGUEL GERARDO OCHOA NEIRA

MEMORIAS DE EXPERIENCIAS PROFESIONALES

**COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

Saltillo, Coahuila a 5 de Diciembre de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Labranza de Conservación una Alternativa Tecnológica

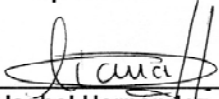
Por:

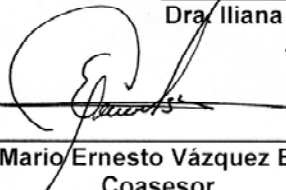
MIGUEL GERARDO OCHOA NEIRA

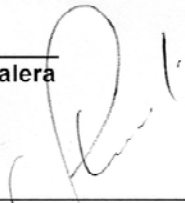
MEMORIAS DE EXPERIENCIAS PROFESIONALES ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

Aprobada



Dra. Iliana Isabel Hernández Javalera
Asesor Principal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor


MC. Luis Alfonso Natividad
Beltrán del Río
Coasesor

Coordinador de la División de Agronomía


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2011

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	vi
INTRODUCCIÓN	1
EXPERIENCIA PROFESIONAL	2
I. EL INICIO.....	2
II. MI EXPERIENCIA EN FIRA.....	2
II.1. Programa de Asesores Externos (1983-1984).....	2
II.2. Ingreso a FIRA (1985- a la fecha).....	3
III. LABRANZA.....	5
III.1 Qué es la Labranza de Conservación	6
III.2. El por qué de la Labranza de Conservación.	10
IV. VENTAJAS DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN.....	13
IV.1 Reducción de la erosión	13
IV.2. Aumenta la infiltración	15
IV.3. Conserva la humedad	15
IV.4. Control de malezas	15
IV.5. Materia orgánica.....	16
V. HISTORIA DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN MÉXICO.....	17
VI. ASPECTOS A CONSIDERAR DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN.....	19
VI.1. Fertilización	20
VI.2. Control de malezas	21
VI.3. Control de plagas y enfermedades.....	22
VI.4. Cosecha	22
VII. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PRÁCTICAS TÉCNICAS.....	24
VII.1. Localización geográfica	24
VII.2. Clima y vegetación	24
VII.3. Suelos	25
VII.4. Topografía	25
VII.5. Problemática de la actividad agrícola.....	26
VIII. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN.....	27
VIII.1. Eliminación de la compactación	27
VIII.2. Eliminación de malezas perennes.....	28

VIII.3. Cobertura con residuos	29
VIII.4. Preparación para la siembra	29
VIII.5. Manejo de residuos	29
VIII.6. Manejo de malezas	32
VIII.7. Control de las malezas presentes al momento de la siembra	32
VIII.8. Control de las malezas que se desarrollan durante el cultivo.....	33
VIII.9. Trazo para el riego	34
VIII.10. Cama de siembra	34
VIII.11. Fertilización	35
VIII.12. Control de plagas y enfermedades.....	35
VIII.13. Cosecha	36
IX. PAQUETES TECNOLÓGICOS POR CULTIVO.....	36
IX.1. Ciclo Primavera-Verano (P.V.)	36
IX.1.2. Sorgo.....	43
IX.2. Ciclo Otoño-Invierno (O.I.).....	46
IX.2.1. Cebada.....	46
IX.2.2. Trigo	49
X. PRINCIPALES RESULTADOS EN LA TRANSFERENCIA DEL SISTEMA LABRANZA DE CONSERVACIÓN.....	51
X.1. Ahorro en costos de producción.....	51
X.2. Aumento en el contenido de materia orgánica	54
X.3. Estratificación de los Nutrientes	55
X.4. Mejoramiento de la estructura del suelo.....	55
X.5. Control de malezas	55
X.6. Productividad y rentabilidad	56
a. Sorgo	56
b. Maíz.....	57
c. Trigo.....	59
X.7. Efecto en la fecha de siembra	60
X.8. Oportunidad de siembra	61
CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	64

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diferentes tipos de labranzas	8
Cuadro 2. Efecto de los implementos de labranza en la cantidad de residuos sobre la superficie del suelo.	9
Cuadro 3. Resultados del Programa de Labranza de Conservación del año 2000 (INIFAP- FIRA).....	12
Cuadro 4. Erosión hídrica en función de la cantidad de cubierta vegetal después de la siembra.....	14
Cuadro 5. Análisis económico comparativo de sorgo.	57
Cuadro 6. Análisis económico comparativo de maíz.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cosechadora para maíz, sorgo, trigo o cebada con esparcidor de residuos.	23
Figura 2. Siembra de granos maíz sobre residuos de trigo.....	23
Figura 3. Cultivo de maíz en labranza de conservación sobre paja de trigo.	37
Figura 4. Siembra de maíz sobre rastrojo de cebada, utilizando una sembradora unitaria fabricada en Manuel Doblado, Gto., México.	38
Figura 5. Sembradora múltiple para siembra directa de cebada y trigo.	46
Figura 6. Ahorro en costos.	51
Figura 7. Ahorro en el consumo de agua.	53
Figura 8. Rendimientos promedio de sorgo.	56
Figura 9. Rendimientos promedio de maíz.	58
Figura 10. Rendimientos promedio de trigo.	59
Figura 11. Comparación costos de producción trigo y cebada.	60

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Estas memorias las dedico a:

Mis padres Miguel Ochoa Ceja y María de Lourdes Neira Sáenz, a quienes agradezco de todo corazón por su amor, cariño y comprensión.

A mi esposa Norma Tovar Carranza, y mis hijos Miguel Gerardo, Víctor Alejandro y Ariana Citlalli, quienes siempre estarán conmigo.

Agradezco a mis hermanos Jesús, María de Lourdes, Víctor Hugo, Isaac, Sagrario Elizabeth y Verónica Mercedes, por su compañía y el apoyo que me brindan.

Mi más profundo agradecimiento a mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que me brindó la oportunidad de realizar como profesionalista.

Con un sincero reconocimiento a todos mis maestros, por su conocimientos y enseñanzas transmitidas. Así como, a mi Comité de Asesoría por su disposición y sugerencias para la realización de la presente memoria: Dr. Mario Ernesto Vazquez Badillo, Dra. Iliana Isabel Hernández Javalera, MC. Luis Armando Natividad del Río y Dr. Rubén López Cervantes.

Agradezco a mis compañeros de trabajo y amigos José, Marcos, José Antonio, Artemio y Jesús Alfonso, por su confianza y lealtad.

INTRODUCCIÓN

Siendo originario de Huichapan del estado de Hidalgo, ingresé a la Universidad en el año de 1979, egresando de la especialidad de Fitotecnia en diciembre de 1982. Mi servicio social lo llevé a cabo en el área de invernaderos de la Universidad, en donde se estaba desarrollando el cultivo de jojoba, ya que la semilla de este cultivo presentaba una alta demanda para los fabricantes cosméticos. Por otra parte realicé mis prácticas profesionales en el Instituto Mexicano del Maíz, en donde tuve oportunidad de apoyar en el establecimiento de lotes experimentales de maíz en la región de bajío, desde la preparación de materiales semilla e insumos, la siembra de los lotes experimentales, su manejo y cosecha de la semilla.

Objetivos

- a. Elaborar una reseña histórica sobre mi experiencia en el desarrollo y transferencia de la labranza de conservación a los productores y técnicos en México.

- b. Presentar los resultados de trabajos de campo en la validación y demostración del sistema labranza de conservación en la producción de granos básicos y cereales en la región del Bajío, durante el periodo de 1990 a 1999.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

I. EL INICIO

Una vez egresado de la Universidad en el año de 1982, solicité trabajo a los Fideicomisos Instituidos con Relación en la Agricultura (FIRA), en la Dirección Regional Pacífico-Sur, que comprendía los estados de Michoacán y Guerrero, y cuya sede se encontraba en la ciudad de Morelia, Michoacán.

II. MI EXPERIENCIA EN FIRA

II.1. Programa de Asesores Externos (1983-1984)

En donde se me invitó a colaborar en el Programa de Asesores Externos (PAE), mismo que en enero de 1983 se iniciaba en esta regional, el cual consistía en otorgar asistencia técnica a los productores que recibían financiamiento de la banca comercial y que era fondeado con recursos de FIRA.

Para desempeñar esta tarea me asignaron los ejidos del Transval, Ojo de agua y Cieneguitas del municipio de Coeneo, Michoacán, ejidos que eran atendidos con crédito para la siembra y recolección de maíz de temporal por Banamex, S.A.

II.2. Ingreso a FIRA (1985- a la fecha)

Ingresé a FIRA como empleado en enero de 1985, desempeñándome en el puesto de Residente Auxiliar en la Agencia de FIRA en San Juan del Río, Qro., y ocho meses después, fue adscrito a la Agencia de FIRA en Cd. Guzmán, Jal., con el mismo puesto, siendo aquí en donde inicié mi contacto con la labranza de conservación.

Esta agencia atiende a la región sur del Estado de Jalisco, su principales actividad productiva gira en torno a la ganadería y agricultura.

Mi primer contacto con la Labranza de Conservación (LC), fue cuando me convocaron a participar en un evento de capacitación para el personal técnico de FIRA, que se realizó en Tepic, Nayarit en el año de 1986, en donde el expositor fue el Dr. Federico Kocher, investigador en ese tiempo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Durante el desarrollo del evento había varios aspectos y conceptos que se manejaban que no me hacían sentido, ya que la propuesta tecnológica de la labranza de conservación, parecía contraria a los conocimientos y prácticas de mi formación profesional. Sin embargo, en el fondo, el planteamiento tenía una lógica que hacía interesante profundizar más sobre el tema. Por lo que me propuse para ese año en el ciclo primavera verano del 1986, establecer una unidad demostrativa; para lo cual hubo que hacer ciertos trámites internos, entre ellos: elaborar un proyecto de establecimiento de la parcela demostrativa, gestionar la consecución de recursos económicos, buscar a un productor cooperante que nos facilitara su parcela, preferentemente a orilla de carretera, y conseguir el prototipo de sembradora del CIMMYT. El objetivo de la parcela más que demostrar, era entender y aprender de este sistema de producción ya que se pretendía comparar los dos sistemas de siembra (tradicional contra labranza de conservación).

El mayor aprendizaje de esta experiencia fue:

- Que no solo se trataba de una sembradora que en lugar de timones ahora llevaba discos.
- Que la semilla debía de tener al menos el mismo tamaño, para una siembra uniforme.
- Que el sembrar cuando se tiene rastrojo de maíz sobre la superficie, tenía sus dificultades, ya que la sembradora no lo cortaba por ser tan liviana.
- Que para el control de las malezas se requería de conocimientos para el manejo productos y equipos de aplicación diferentes, ya que el herbicida preemergente en labranza de conservación era retenido por el rastrojo.
- Que nunca debería de establecer una parcela demostrativa en donde lo que se va demostrar no se tenga bien dominado o probado, ya que el impacto que causa en los productores o técnicos puede acarrear repercusiones negativas con respecto a su adopción.

Esta experiencia, me llevó a hacer un planteamiento a las autoridades de FIRA, de que no era posible transferir tecnología en labranza de conservación cuando no se contaba con una sembradora especializada, que en ese momento representaba una de las principales limitantes para su adopción. Esta situación llevó a FIRA a la compra de varias sembradoras a nivel nacional las cuales se importaron de EUA., y posteriormente se usaron en las diferentes regiones graneras de México para la demostración y difusión de este sistema de producción.

Para entender de qué estamos hablando, es necesario definir algunos conceptos, los cuales se hará en capítulos posteriores.

III. LABRANZA

La “**labranza**” o preparación del terreno se refiere a cualquier manipulación mecánica del suelo que altere la estructura y/o resistencia del mismo con el objetivo de proporcionar mantener en el suelo las condiciones óptimas para la germinación y desarrollo de las plantas (Figuroa, 1982).

La finalidad es la creación de características óptimas para el establecimiento y crecimiento de las plantas.

Como se logra: Removiendo el suelo con algún implemento hasta dejarlo mullido, para que la semilla pueda germinar y donde las raíces obtengan los nutrientes necesarios, agua y aire para su crecimiento, y eliminando las malezas para evitar la competencia.

En realidad, la razón principal de la labranza es el acondicionamiento del suelo para la sembradora y no para la semilla, puesto que la naturaleza nos ha enseñado que la semilla nace sin necesidad de remover el suelo y se pueden controlar las malezas utilizando de manera integral diversos métodos disponibles al momento sin necesidad de caer en el uso indiscriminado de los herbicidas.

Hasta ahora nadie ha demostrado de manera científica una justificación para arar el suelo (Faulkner, 1943).

III.1 Qué es la Labranza de Conservación

No resulta simple explicar que es posible sembrar si remover el suelo. También cuesta entender por qué el arado y sus similares lo han destruido en grado extremo.

Aceptar no arar y producir granos, frutas y hortalizas significa además de un profundo cambio tecnológico, un cambio de mentalidad o forma de percepción de la vida misma.

Es un sistema en el cual los residuos de cosecha son retenidos en/o cerca de la superficie y/o la rugosidad superficial del suelo se mantiene con el objeto de controlar la erosión y lograr buenas relaciones suelo- planta-agua (Mannering y Fenster, 1983; Allmaras *et al* 1985)

Se ha establecido el límite del 30% de cobertura debido a que con esta cantidad se logra aproximadamente el 50% de reducción de la erosión hídrica o eólica (Conservación Tillage Information Center, 1984. Citado por Figueroa y Morales, 1992).

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

La labranza de conservación, es una nueva manera de cultivar la tierra y es diferente en algunas de las labores que estamos acostumbrados a hacer en la labranza tradicional o convencional. El cambio más importante que se hace en la labranza de conservación es no voltear o barbechar la tierra, esto quiere decir que el arado de vertedera o de disco que la invierte no se volverá a usar.

Esta condición resulta difícil de creer, pero está comprobado que cuando se deja de voltear el suelo, se incrementa la fertilidad del suelo, aumentan los rendimientos de las cosechas y disminuyen los costos de producción.

De ahí en adelante, todo el proceso es parecido a lo que se viene haciendo en labranza convencional, como es utilizar la semilla de las mejores variedades para la región, la fertilización, el combate de las plagas y las malas hierbas deberá hacerse con oportunidad.

Se pueden hacer muchas clases de labranza de conservación, pero las más comunes son: **labranza cero y la labranza mínima** (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diferentes tipos de labranzas

Sistema	Procedimiento general	Comentarios
Labranza convencional		
1. Convencional	Se disturba el suelo(generalmente por inversión) mediante el arado por lo que en los primeros 25 cm. seguido de operaciones secundarias para preparar la cama de la semilla	Se produce una superficie del suelo finamente dividida y uniforme. Se genera lo que se conoce como piso de arado, que es una capa de alta compactación que se desarrolla a la profundidad de barbecho, que interrumpe el paso de agua y aire a estratos inferiores.
Labranza Reducida (Mínima)		
2. Con Cinceles o Rastra	Se disturba el suelo a una profundidad de 10 a 25 cm.	Esta labranza es más rápida que la convencional, ya que la profundidad de trabajo es somera, Se mantiene una mayor cantidad de rastrojo sobre la superficie.
3. Labranza cero	La semilla se siembra con una sembradora especializada o a espeque, en un suelo no laboreado en el que se matado la vegetación existente con herbicida o chapeo	Generalmente esta siembra se realiza a suelo desnudo, sin haberlo removido previamente. No presenta cobertura de rastrojo.
Labranza de Conservación		
4. Labranza Cero de Conservación	No existe remoción o inversión del suelo, los residuos de la cosecha anterior son desmenuzados y cubren al menos el 30% de la superficie del suelo	El apellido de conservación lo adquiere la labranza cuando tiene más del 30% de residuos sobre la superficie del suelo.

La labranza de conservación se puede hacer tanto en condiciones de temporal como en riego. En los dos casos, es necesario primero recibir la capacitación y después la asesoría técnica para lograr mayor eficiencia en este método de cultivo.

Bajo esta perspectiva existen variantes en el grado de remoción del suelo dependiendo de las condiciones del mismo, del cultivo a establecer, de la disponibilidad de maquinaria, y en ocasiones hasta de las condiciones sociales de la región; encontrándose labranza mínima que consiste en un menor número de pasos de maquinaria, hasta la Labranza Cero o siembra directa, que no contempla más que la labor de siembra en forma manual o mecanizada que podrá ser de conservación si cuenta también con el suficiente mantillo en la superficie (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los implementos de labranza en la cantidad de residuos sobre la superficie del suelo.

Implemento	% Residuos mantenido sobre el suelo
Subsoleador de alas	90
Arado de cincel	75
Rastra de discos	50
Arado de vertedera o discos	10

El principio fundamental de la Labranza de Conservación es la cobertura o mantillo del suelo con los rastrojos de las cosechas de los cultivos anteriores, los cuales tienen un efecto decisivo en evitar la erosión, aumentar la infiltración, conservar la humedad, disminuir la presencia de malezas y preservar la fertilidad del suelo principalmente, siendo necesario para este nuevo Sistema el uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de Cero Labranza, dispersadoras de rastrojos y el uso de herbicidas de manera racional (FIRA, 1996).

El manejo de la Labranza de Conservación implica un nuevo enfoque integral de la agricultura orientado a la competitividad pero también a la preservación de los recursos, partiendo de un cambio de mentalidad para dejar el viejo paradigma del arado y evitar la quema de residuos.

III.2. El por qué de la Labranza de Conservación.

La tierra es un lugar privilegiado del Universo, pues reúne todas las condiciones para que se desarrolle en ella la vida. Sin embargo, las actividades humanas van reduciendo paulatinamente la capacidad que tiene nuestro planeta de mantener la vida, en una época en el que el aumento de la población y del consumo plantea exigencias crecientes a dicha capacidad.

“El suelo no lo hemos heredado de nuestros padres, lo tenemos prestado de nuestros hijos”, debe ser la frase que despierte nuestra conciencia para que retomemos la gran responsabilidad que tenemos de conservar este recurso que permitirá que las futuras generaciones dispongan de comida suficiente y vivan sin la angustia de la miseria y la pobreza.

El hombre, inició la agricultura desde el momento en que fue capaz de sembrar una semilla y reproducirla, este fue un momento histórico que permitió que el ser humano dejara de ser nómada, pues la producción de sus alimentos aseguraba su subsistencia en una vida sedentaria.

Antes de la invención del arado, la preparación del suelo se limitaba a moverlo con algún implemento manual de piedra o de madera y a arrancar a mano las malezas que crecían junto a las plantas de interés económico. Con el paso del tiempo, el hombre fue buscando la manera de facilitar el trabajo que implicaba la producción de las plantas hasta llegar a inventar el arado. Se cree

que fueron los egipcios quienes inventaron el arado de madera, que consistía en un palo en forma de gancho, arrastrado por un buey. A pesar de su antigüedad, este instrumento sigue utilizándose en gran parte del mundo y constituye el orgullo y símbolo del trabajo de muchos agricultores. Esto explica por qué se siguen arando los suelos, aún a pesar del grave deterioro que esto ocasiona.

Nadie puede desconocer que la ciencia y la investigación han hecho grandes esfuerzos por lograr que los agricultores dispongan de una mejor tecnología para el uso y manejo de sus suelos. Existe un notable avance en conservación de suelos, genética, control de plagas y enfermedades, fertilización y riego. Empero todo, este desarrollo tecnológico en favor de la conservación no se hace presente en el campo, observándose que los clásicos problemas que genera una agricultura intuitiva originan serios trastornos en el manejo de los suelos y causan erosión, sedimentación, salinización y acidificación.

Los agudos procesos erosivos que soportan la mayoría de los suelos agrícolas, ganaderos y forestales en el mundo, han tenido su inicio en la pérdida gradual de su contenido de materia orgánica debido a varios factores, los más importantes son: la deforestación, el sobre pastoreo, la quema de los residuos de cosecha y la labranza. En consecuencia, las herramientas que han contribuido inexorablemente a la pérdida de suelo y su contenido de materia orgánica han sido el fuego, el hacha y el arado.

En particular, en México, la Labranza de Conservación es una necesidad tecnológica, considerando que más de 80 % de nuestro territorio sufre de un moderado a severo grado de desertificación por efectos de la erosión, anualmente se pierden aproximadamente 535 millones de toneladas de suelo (SEMARMAP, 1997) el 69% de estos sedimentos van a dar al mar y el 31% se

deposita en los causes de los ríos, lagos y lagunas, estos se convierte en otro grave problema debido a la dificultad de desazolvar estos almacenamientos de agua y el costo que implica. Se estima que en los últimos 40 años se ha perdido 5 veces más suelo que en los 400 años de historia del país (Mason 1984 in Mass y García –Oliva 1990). En caso de que esta tendencia no se modifique, seguramente en el siglo 21 se perderá la mayor parte de la tierra de cultivo. Las pérdidas anuales se estiman entre 250,000 y 300,000 hectáreas de tierra agrícola. Resultados de investigaciones, nos dicen que la pérdida de suelo por ciclo agrícola llega a ser de 12 a 144 Ton/ha. en función de la pendiente del terreno y de la intensidad de la lluvia y el viento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados del Programa de Labranza de Conservación del año 2000 (INIFAP- FIRA).

Estado	Cultivo	Superficie Ha.	Rendimiento por tn/ha	Kg. de suelo perdido/ha/año	Kg. de suelo perdido/ kg de grano producido
Tamaulipas*	Sorgo OI	950,000	2.0	12,000	6
Durango **	Frijol PV	240,000	0.461	46,000	99.7
Aguascalientes***	Maíz PV	96,000	0.450	70,000	155.5
Veracruz ****	Maíz PV	584,000	1.80	122,000	67.7

* Zona norte

** Zona de Los llanos

*** Zona temporalera

**** Zona de los Tuxtlas

De los 21 millones de has. que se cultivan año con año en México, el 20% corresponde a áreas de riego y el 80% al régimen de temporal; siendo esta última zona la que produce el 20 % de la producción total de granos y cereales.

IV. VENTAJAS DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN

IV.1 Reducción de la erosión

LA GOTA DE LLUVIA: La gota de lluvia es entre 8 y 30 mil veces más grande que una partícula de suelo ya sea de origen mineral u orgánico, la cual al caer, considerando su tamaño y la energía gravitacional que conlleva, se convierte en un verdadero proyectil, que impacta violentamente al suelo desnudo (Contreras 1973, citado por Crovetto, 1992). La energía que confieren las gotas de lluvia al terreno, provoca desplazamiento de las partículas del suelo desnudo que alcanzan alturas de hasta 61 cm y distancias laterales de 152 cm en terrenos planos (Schwab et al., 1971. Citado en el Manual de conservación del Suelo y Agua, 1977).

Además del salpicamiento del suelo, las gotas de lluvia mantienen el material fino en suspensión, lo que facilita su acarreo por las aguas de escurrimiento. Con esta erosión por salpique provocada por las gotas de lluvia se inicia el proceso de erosión, observándose que la cantidad de suelo salpicado por las gotas de lluvia es de 50 a 90 veces más grande que la cantidad de suelo arrastrado por el flujo superficial (Smith, D.D. y Wischmeier W.H., 1962. Citado en el Manual de Conservación del Suelo y Agua, 1977).

El mantillo que cubre la superficie del suelo lo protege del impacto de las gotas de lluvia, reduciendo de esta manera en algunos casos hasta cero el proceso de erosión, como lo demuestra el Cuadro 4.

Cuadro 4. Erosión hídrica en función de la cantidad de cubierta vegetal después de la siembra.

% DE CUBIERTA VEGETAL	% DE REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA
10	30
20	50
30	65
40	75
50	83
60	88
70	91
80	94

La importancia que tienen los residuos de los cultivos como mantillo protector en la conservación del suelo y el agua, ha sido reconocida ampliamente. El mantener una capa de mantillo en la superficie del suelo constituye una acción de gran valor para mantener la capacidad del suelo de soportar lluvias de alta intensidad, evitando la dispersión de sus agregados. La acción protectora del mantillo es tan buena como lo es una cubierta vegetal viva y de follaje denso. También es importante agregar la contaminación que sufren las aguas por la presencia de sólidos como arcilla, limo, arenas finas, materia orgánica, nutrientes y pesticidas agrícolas.

IV.2. Aumenta la infiltración

Al serio problema de la erosión, debemos agregar que las partículas disgregadas por el impacto de la gota de lluvia, especialmente las correspondientes a los tamaños del limo y arcilla, en su acomodación taponan los poros del suelo, disminuyendo con ello la natural capacidad de infiltración del agua de lluvia. El mayor beneficio del uso del mantillo sobre el suelo, es el aumento en la infiltración del agua en el perfil de él. El mantillo afecta la infiltración por reducción de la energía cinética de las gotas de agua de lluvia en la superficie del suelo. El resultado de esta acción, es una menor destrucción de los agregados, manteniendo de esta forma la relación de espacios libres del suelo por mayor tiempo (Kocher, 1989). Por ello decimos que la Labranza de Conservación nos permite cosechar el agua de lluvia, acción muy importante sobre todo para las regiones temporaleras, donde se dispone únicamente de la lluvia para cubrir las necesidades hídricas del cultivo en etapas críticas de su desarrollo.

IV.3. Conserva la humedad

La evaporación del agua constituye la mayor fuente de pérdida de agua desde el suelo. Al estar cubierto el suelo con el mantillo, los rayos del sol se reflejan evitando que lleguen a la superficie, con lo cual la humedad se conserva más tiempo, aunque en realidad tienen poco efecto si la sequía dura mucho. Por el mismo efecto la temperatura del suelo es menor que en la superficie desnuda.

IV.4. Control de malezas

Normalmente cuando removemos el suelo, lo que hacemos es poner en condiciones de germinación a las semillas que se enterraron en el ciclo pasado

y enterramos las que se produjeron en este ciclo, en estas condiciones es difícil reducir la población de malezas puesto que ciclo a ciclo sembramos maleza. Con el sistema de Labranza de conservación, no removemos el suelo, por lo que las semillas enterradas no germinan y la población de las semillas en condiciones de germinación se va bajando paulatinamente. Por otro lado, el mantillo sombrea la superficie, por lo que no se presentan las condiciones para la germinación de estas semillas.

IV.5. Materia orgánica

Para la manutención y/o mejoramiento de las propiedades productivas de los suelos, el factor que más influye es la materia orgánica. Ésta da origen a la vida misma y es la naturaleza la que la construye con el transcurrir del tiempo. Es un elemento decisivo para preservar la fertilidad del suelo (Crovetto, 1992).

Cuando se practica labranza de conservación para la producción de granos, solamente éste es exportado del terreno, tallos, hojas, olotes y raíces permanecen en el terreno; si se trata de labranza mínima de conservación, una parte es enterrada y la otra queda sobre el suelo (Crovetto, 1992). La materia orgánica entrará eventualmente en equilibrio con las prácticas de cultivo, si éstas permanecen sin cambiar por un tiempo largo. Los rastrojos sobre el suelo le dan al agricultor una oportunidad para incrementar a mediano plazo el contenido de materia orgánica de su suelo y hacerlo más productivo a un costo bajo por el hecho de devolverle a la tierra un gran porcentaje de los elementos que son extraídos por los cultivos (Kocher, 1989).

V. HISTORIA DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN MÉXICO

“Siembran en muchas partes, por si una parte faltare supla a la otra. En labrar la tierra no hacen sino coger la basura y quemarla para después sembrar, y desde mediados de enero hasta abril labran y entonces con las lluvias siembran, lo que hacen trayendo un taleguillo a cuestas, y con un palo puntiagudo hacen un agujero en la tierra y ponen en él de 5 a 6 granos que cubren con el mismo palo”. Así describe el Obispo Diego de Landa en su libro “Relación de las cosas de Yucatán” en 1549, la forma en que los nativos cultivaban el maíz. (Kocher F. 1993).

Este sistema de Cero Labranza, o siembra directa, no se considera como Labranza de Conservación, debido a que efectuaban la quema de la cubierta vegetal, dejando el suelo desprotegido y expuesto a la erosión, sin embargo, constituye una prueba y un antecedente histórico en nuestro país, que demuestra que no es necesario el uso del arado para hacer producir la tierra (FIRA, 1996).

Los primeros trabajos científicos en Labranza de Conservación que se hicieron en México se establecieron en 1975 por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en el estado de Veracruz. (Kocher, F. 1993). Los resultados obtenidos, permitieron el establecimiento de centenares de experimentos en esta región, lo que permitió generar una enorme cantidad de información científica, que fueron utilizados para la capacitación de técnicos en cero labranza.

Durante el periodo 1979-1984, FIRA envió a 18 de sus técnicos al CIMMYT para capacitarse en el manejo de la cero labranza. (FIRA, 1996).

Posteriormente, en el lapso 1987-1989 se realizaron 15 cursos a nivel regional, y al término de dichos eventos, se realizó un curso para formación de instructores en Labranza de Conservación a nivel nacional. En dicho curso se adiestraron a 636 participantes, de los cuales 214 fueron técnicos FIRA, 170 técnicos asesores que participaban en el Programa de Asesores Externos, 76 técnicos de la banca privada y 67 de otras instituciones, además de 109 productores.

Hasta aquí todo era capacitación y adiestramiento, faltaba incursionar en el terreno práctico. Así que en 1987, en el estado de Jalisco, se establecieron los primeros trabajos de siembras de maíz de temporal en Labranza de Conservación a nivel de predio, utilizando el prototipo de sembradoras de cero labranza fabricada en Tulancingo, Hgo. (FIRA, 1996).

Una de las principales limitantes para la difusión y adopción de la tecnología era la sembradora especializada para la siembra directa sobre los residuos de la cosecha anterior. Esta no existía en México, por lo que se vio la necesidad de importarla de nuestro vecino país del norte. Fue así, como en 1988, en Villadiego y en otras partes de la república como Jalisco, Veracruz, Oaxaca, Estado de México y Chiapas se establecieron las primeras parcelas comerciales con el sistema de Labranza de Conservación.

Los primeros resultados no fueron muy satisfactorios debido a la inexperiencia en el manejo de la tecnología, sin embargo, generaron valiosos conocimientos que permitieron conocer el sistema y que hoy día es parte de la experiencia que FIRA ha utilizado para lograr la adopción del sistema en 650,000 has. establecidas en 1998 a nivel nacional. (Villadiego,1998).

Actualmente, en México existe una gran diversidad de maquinaria especializada para la siembra directa, ya sea de origen nacional o de

Importación. Éstas últimas tienen la limitante de su alto costo, por lo que la mayoría de los productores no tienen acceso a ellas, muy a pesar de que son más precisas y con ellas se logra una siembra excelente tanto en población como en distribución.

VI. ASPECTOS A CONSIDERAR DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN

De acuerdo a la experiencia de la implementación de la Labranza de Conservación, hay tres aspectos generales importantes a considerar:

a.- La cantidad, naturaleza, distribución de los residuos que determinarán el porcentaje de cobertura, el espesor y homogeneidad del mantillo, considerando que la siembra puede realizarse antes o después del desvare. En zonas de alta precipitación donde el exceso de humedad sea un problema, puede no desvararse, lo mismo que en zonas de fuertes vientos donde puede recomendarse solamente doblar el residuo para evitar el arrastre e incrementar la cobertura.

b.- Las malezas presentes antes de la siembra son un problema que debe ser resuelto debidamente para así asegurar el mejor establecimiento del cultivo. Pueden ser usados métodos mecánicos y/o químicos de control, procurando economía y protección al ambiente. Un aspecto muy importante es involucrar al propio cultivo como elemento importante en el control de malezas, mediante una buena cobertura utilizando la población adecuada y sobre todo una buena distribución de las plantas que permitan un buen sombreado a partir de los 35 a 40 días después de la emergencia, que es el periodo de vigencia de la mayoría de los herbicidas aplicados en pre-emergencia.

c.- La presencia y estado de surcos, bordos o melgas para la conducción del agua de riego por gravedad es de suma importancia pero carente de ella en el temporal. Sobre todo, si no son usados con fines de manejo de escorrentías. Tomar en cuenta que el surcado incrementa la superficie de contacto con el aire y de exposición lo que incrementa la evaporación.

VI.1. Fertilización

El sistema Labranza de Conservación permite manejar los fertilizantes tanto en aplicaciones superficiales como incorporadas, sin mostrar diferencias significativas en el rendimiento, aunque preferentemente deberán incorporarse, particularmente el fósforo y el potasio por su baja movilidad, siempre y cuando se tenga un buen nivel analítico en el suelo, de otra forma conviene buscar la manera de aplicar el fertilizante por abajo y a un lado de la semilla. Las recomendaciones prudentes serán seleccionar el tipo de producto comercial a usar, tomando en cuenta su naturaleza, volatilidad, tipo de suelo, pH, régimen de humedad y cultivo entre otros.

Las experiencias muestran que es necesario la aplicación adicional de nitrógeno en aquellos terrenos en los que se va a iniciar el sistema a razón de un 20 % adicional al tratamiento normal que se aplica, ya que ese nitrógeno será utilizado por los microorganismos facilitadores de la descomposición de la materia orgánica en el incremento de sus poblaciones, esta práctica solo se realizará durante dos o tres ciclos, después ya no es necesario ya que el suelo vuelve a entrar en equilibrio en su relación Carbono/Nitrógeno.

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

VI.2. Control de malezas

El sistema Labranza de Conservación requiere de un cuidado especial en el aspecto de control de malezas. A menudo se piensa que eliminar labores de preparación y escardas conlleva necesariamente a un uso excesivo de herbicidas, lo que no es exactamente cierto aunque definitivamente son una herramienta valiosa que debe ser usada con responsabilidad y cuidado. Las experiencias en Villadiego han mostrado que la incidencia de malezas tiende a disminuir fuertemente en los predios en los que se ha dejado de laborear y en los cuales se ha estado usando el sistema de L-C. De esta forma, en el ciclo O.I. 95/96, no se utilizó una sola gota de herbicida en trigo y cebada para el control de malezas. Al siguiente ciclo, por necesidades de nivelación de los predios, se removió el suelo, con lo que nuevamente se tuvo una mayor población de malezas.

La reducción se observa marcadamente en malezas de hoja ancha y angosta de tipo anual. Las malezas perennes de hoja angosta, por el contrario, tienden a incrementarse conforme avanza el número de ciclos sin laboreo, por lo que este será el principal problema de malezas, sin que se convierta en una limitante para llevar a cabo el sistema.

Los agentes para el control pueden ser físicos, químicos y biológicos. Los primeros incluyen el uso de herramientas manuales y de implementos de tracción mecánica o animal de uso común y especializados tales como, cultivadoras de Labranza de Conservación.

Los agentes químicos son quizá los más generalizados en la actualidad, existiendo cada vez más productos específicos y selectivos y de menor efecto dañino sobre el ambiente; mientras que los agentes biológicos están cobrando importancia en el control, destaca entre ellos el uso de coberturas muertas o

vivas de especies agresivas para las malezas pero inofensivas al cultivo. Obviamente esta alternativa es aplicable a zonas de baja precipitación.

VI.3. Control de plagas y enfermedades

Mucho se discute sobre si la Labranza de Conservación propicia el incremento de las poblaciones de insectos y patógenos por el hecho de mantener una gran cantidad de residuos vegetales que sirva de hospedero. Sin embargo, las experiencias, trabajos de investigación en otros países y la vivencia propia del Centro Demostrativo Villadiego, en términos prácticos en el Bajío, se ha observado una disminución de los problemas ocasionados por las plagas y enfermedades por ejemplo: Cuando se establece Maíz en Labranza de Conservación seguido de trigo o cebada en siembras tempranas durante el mes de abril, y que la pata de estos no se desmenuza o pica, la incidencia de trips es mínima en comparación a un maíz establecido en esta misma fecha bajo la labranza Convencional.

VI.4. Cosecha

Prácticamente no existen cambios en el procedimiento de la cosecha respecto del sistema tradicional; solo se recomienda que en caso de que la cosecha sea mecánica, sean colocados esparcidores en las máquinas cosechadoras con la finalidad de distribuir homogéneamente los residuos, evitando con esto tener franjas de mayor concentración de paja en donde se va a dificultar la siembra ya que la semilla no va ser depositada en el terreno sino en la paja (Figura 1).



Figura 1. Cosechadora para maíz, sorgo, trigo o cebada con esparcidor de residuos.

La Labranza de Conservación es una alternativa tecnológica que nos permite hacer frente a la actual problemática del sector que enfrentamos, ya que es una alternativa tecnológica que ha demostrado ser: Productivo, Rentable y Conservacionista (Figura 2).



Figura 2. Siembra de granos maíz sobre residuos de trigo.

VII. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PRÁCTICAS TÉCNICAS

Para la realización del presente trabajo, se procedió a recabar y sistematizar toda la información existente en los archivos del Centro de Desarrollo Tecnológico "Villadiego".

VII.1. Localización geográfica

El Centro de Desarrollo Tecnológico "Villadiego" de FIRA, se encuentra en el municipio de Valle de Santiago, Gto., ubicado al entronque de terracería en el Km 7 rumbo a Jaral del Progreso; del entronque se localiza a 4 Km. La altura es de 1710 msnm, y se localiza en las coordenadas 20° 23' 29" de Latitud Norte y 101° 23' 30" de Longitud Oeste (INEGI, 1997).

El Municipio de Valle de Santiago Gto., se encuentra inmerso en la región fisiográfica denominada el Bajío, comprendiendo principalmente el estado de Guanajuato y parte de Michoacán y Jalisco.

VII.2. Clima y vegetación

El clima predominante de la región es un (A)C(Wo)(w)a(e)g, cálido templado subhúmedo, con lluvias en verano y menos del 5% en invierno; temperatura media anual de 19.4°C, temperatura media del mes más frío entre 5°C y 24°C, y del mes más caliente entre 14°C y 28°C. La precipitación media anual es de 656.1 mm, con periodo de lluvias de junio a octubre y periodo de heladas de octubre a marzo.

La vegetación natural comprende principalmente especies de mezquite (*Prosopis juliflora* L.), huizache (*Acacia farnesiana* L.) y nopal (*Opuntia* sp.), y especies introducidas como la casuarina (*Casuarina* sp.). Existe bosque de

encino en los escudo-volcanes y sierras asociadas con lomeríos y llanuras, entre 2 200 y 2 830 msnm.

Las especies cultivadas en la región del Bajío son principalmente sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), trigo (*Triticum aestivum* L.), maíz (*Zea mays* L.), Cebada (*Ordeum vulgare* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), y en menor proporción alfalfa (*Medicago sativa* L.) y avena (*Avena sativa* L.), entre otros.

VII.3. Suelos

Por su origen, los suelos de la región son de dos tipos: los derivados de aluvión y los desarrollados in situ (de basalto y andesita), se clasifican por el sistema FAO/UNESCO como Vertisol pélico y crómico (CETENAL, 1977). Son suelos arcillosos que se expanden cuando se humedecen y se contraen cuando se secan, son profundos y ligeramente alcalinos con pH de 7.0 a 7.5.

Por la diversidad de las topoformas, estos vertisoles se encuentran asociados a otros tipos de suelo (Litosol, Faeozem háplico, Luvisol vértico y férrico y Gleysol mólico). La distribución de estos suelos depende de varios factores, entre los que cabe mencionar la roca subyacente, el clima, la topografía y la vegetación.

VII.4. Topografía

La región del Bajío presenta cinco sistemas de topoformas: Escudo - volcanes, sierras de laderas tendidas, sierras asociadas a lomeríos y llanos, cráteres y llanuras. En esta última, es donde se desarrolla la agricultura mecanizada con riego de gravedad y de pozos profundos.

VII.5. Problemática de la actividad agrícola

La región del Bajío se conoce como el granero de México por los altos rendimientos que se obtienen por unidad de superficie. Sin duda alguna, los suelos, el clima y la disponibilidad del agua de riego son favorables para una agricultura altamente productiva comparada con el resto de la República Mexicana.

El sistema de producción se basa en una agricultura convencional que se caracteriza por el uso intensivo de maquinaria para la preparación del suelo, la quema de los residuos de las cosechas y el uso ineficiente del agua de riego. Estos factores son responsables de una agricultura cada día menos rentable, más contaminante del medio ambiente por el humo de las quemas y menos incierto ante el abatimiento de los mantos acuíferos por la extracción excesiva del agua del subsuelo para el uso agrícola.

En las zonas donde se desarrolla con mayor intensidad la agricultura, la erosión no es problema grave, debido a que la topografía es sensiblemente plana y no se presentan vientos fuertes que provoquen arrastre de suelo.

El problema más grave de la región es la extracción de agua del subsuelo, ya que solo el estado de Guanajuato posee el 25% de los pozos registrados a nivel nacional, sin considerar un buen número de pozos clandestinos.

Para ejemplificar el problema del abatimiento del manto, basta presentar los datos del estado de Guanajuato, en donde se riega una superficie de 418 000 has., de las cuales 250 000 has. utilizan agua del subsuelo de alrededor de 16 mil pozos profundos. El volumen promedio anual extraído es del orden de los 2 737 Mm³, con una recarga de 1 886 Mm³, lo que genera un

déficit de 851 Mm³ (Trujillo, 1990). Por esta razón, hay un abatimiento del manto acuífero de 2 a 4 m. por año llegando en algunas zonas hasta 6 m., como en las inmediaciones de la ciudad de Celaya.

Lo anterior ha generado preocupación por parte de los agricultores, pues cada año tienen que profundizar más sus pozos, con la consecuente repercusión en los costos de extracción.

VIII. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN

De acuerdo a la experiencia generada en la práctica, a continuación se describen los aspectos a considerar para el establecimiento del sistema de la labranza de conservación en el Bajío. Algunos de ellos tienen aplicación general, otros son específicos para las regiones de riego rodado.

VIII.1. Eliminación de la compactación

Es muy común encontrar en los sistemas de labranza convencional, una capa compacta (piso de arado) a la profundidad a la que llegan los implementos utilizados en la preparación del suelo. Este fenómeno se presenta cuando se remueve el suelo con exceso de humedad y el grado de compactación depende del tipo de implemento utilizado, la frecuencia de las labores y la textura del suelo.

El grado de compactación se puede determinar con el uso de aparatos de medición como el penetrómetro o de manera empírica, se excavan hoyos de 30 cms. de lado por 30 cms. de profundidad mediante un sistema de muestreos y con la ayuda de una navaja, se tocan las paredes del hoyo para tratar de sentir la dureza de la capa compactada. Cuando a simple vista se observan

puntos moteados ya sea en una franja o en toda la pared, sin duda alguna, tenemos un problema de compactación, ya que los moteados se producen por la oxidación principalmente del fierro en condiciones anaeróbicas.

Antes de establecer el sistema de labranza de conservación, si existe el piso de arado se recomienda efectuar un subsoleo para romper esta capa, ya que se pretende no mover el suelo una vez que se inicia el sistema. El equipo recomendado es el denominado "Multiarado". Este equipo lleva a un lado de los cinceles, unas zaetas que rompen hacia los lados realizando al mismo tiempo una especie de barbecho, sin voltear el suelo ni incorporar los residuos.

Para evitar que se compacte el suelo, se debe transitar con la maquinaria dentro de los surcos y no sobre la cama de siembra previamente diseñada. A esto se llama tráfico controlado, siendo muy importante no permitir que los camiones que transportan la cosecha se metan al predio, debido a que las llantas no están diseñadas para reducir la compactación como en el caso de las trilladoras.

VIII.2. Eliminación de malezas perennes

El manejo del suelo con labranza de conservación, permite bajar la población de malezas anuales, ya que las semillas que se producen permanecen sobre la superficie expuestas a las variaciones de temperatura que afectan su viabilidad. Por otro lado, las que están enterradas no germinan por no tener las condiciones para iniciar este proceso. De ahí que si existen malezas perennes, éstas van ganando terreno paulatinamente, ocupando el espacio que dejan las malezas anuales. Por ello, es conveniente implementar un programa de control de estas malezas perennes con aplicaciones de Faena, a una dosis de 1.5 litros por ha., más un litro de Hierbamina en 100 a 150 litros de agua. Normalmente se requiere más de una aplicación para erradicar o

reducir la población de estas malezas y aprovechar los intervalos entre ciclo y ciclo para no dañar los cultivos.

VIII.3. Cobertura con residuos

Para implantar el sistema de labranza de conservación es necesario dejar residuos suficientes para cubrir al menos el 30% de la superficie al momento de la siembra, mínimo 2 t/ha de rastrojo de maíz o sorgo, para asegurar los beneficios de la labranza de conservación. Estos residuos deben distribuirse lo más homogéneo posible para evitar partes descubiertas y partes con exceso que dificulten la siembra.

Para la determinación de la cobertura se utiliza el método de la línea transecta (Steiner *et al.*, 1994), que consiste en dos hilos de cinco metros de largo marcados cada 10 cm., los cuales se colocan en los puntos de muestreo con una estaca en cada extremo formando un ángulo de 45° con respecto al sentido de los surcos. Posteriormente se revisa cada marca para cuantificar cuántas tienen residuos debajo y cuántas no. La cantidad de marcas con residuos determina el porcentaje de cobertura, ya que los dos hilos suman 100 marcas.

VIII.4. Preparación para la siembra

Hay tres aspectos importantes a considerar para iniciar la siembra: 1) el manejo de los residuos, 2) el manejo de las malezas y 3) el trazo para el riego

VIII.5. Manejo de residuos

El principio fundamental de la labranza de conservación es la cobertura del suelo con los rastrojos de la cosecha anterior, los cuales tienen un efecto

decisivo para evitar la erosión, aumentar la captación del agua de lluvia (infiltración), conservar la humedad al reducir la evaporación y preservar la fertilidad del suelo principalmente; siendo necesario para este sistema el uso de maquinaria especializada tal como sembradoras de labranza cero, distribuidores de rastrojos en las máquinas cosechadoras y el uso correcto de los herbicidas de bajo impacto ambiental.

Son muchos los factores que determinan el crecimiento y rendimiento de los cultivos en respuesta a la presencia de residuos de la cosecha anterior. Los efectos benéficos de una menor erosión del suelo y de un aumento en el almacenaje de agua pueden ser contrarrestados por un control de malezas menos eficiente y más costoso, una nutrición inadecuada o una baja población por dificultades en la siembra. De hecho, éstos son los factores que han influido en algunos productores que han practicado la labranza de conservación para regresar nuevamente al sistema convencional.

La producción de rastrojos está directamente relacionada con el rendimiento, esto quiere decir que altos rendimientos implica alta producción de rastrojos. Concretamente en el Bajío, el manejo de los residuos se convierte en un problema debido a los altos rendimientos de los cultivos que implica la producción de entre 6 y 20 toneladas de rastrojo por hectárea en cada ciclo. Este alto volumen de residuos es aún más problemático porque se tiene que sembrar inmediatamente después de la cosecha, por lo que no se puede dar tiempo a la descomposición biológica de estos residuos.

La labranza de conservación se inicia con la cosecha del cultivo anterior, cuidando que los residuos se distribuyan de la manera más uniforme posible, para evitar problemas en la siembra del cultivo siguiente.

La labranza de conservación inicia con la cosecha del cultivo anterior. Para ello se tiene que cuidar que la máquina cosechadora lleve instalado el dispersor de rastrojos con el fin de que los residuos se distribuyan de manera homogénea. Recientemente, las trilladoras disponen de un molino en la parte trasera, con lo que los residuos salen picados y mejor distribuidos sobre la superficie del suelo. Aun con estos dispositivos, si los rendimientos son mayores a 10 t/ha, se tienen problemas en la siembra en lugares donde se concentran un poco los residuos, sobre todo con los cultivos de grano pequeño como cebada y trigo porque la profundidad de siembra es relativamente superficial, de esta forma el disco cortador en ocasiones no alcanza a penetrar y la semilla se deposita en los residuos produciéndose el denominado “efecto taco”. La semilla se humedece y se hincha pero no nace por no estar en contacto con el suelo.

Si existe un exceso de residuos, conviene empacar una parte aprovechando las hileras que forma la máquina cosechadora o bien haciendo las hileras con un rastrillo de discos, lo importante es evitar la quema y dejar el suficiente rastrojo que permita una buena cobertura superior al 30% de la superficie del suelo. Para evitar problemas en la siembra de trigo y cebada, lo que se hace es retirar una parte de los residuos de maíz y sorgo que son los que más producen rastrojo. Por otro lado, el rastrojo de estos cultivos tiene demanda para la alimentación del ganado, no así el rastrojo de trigo y cebada, por lo que con estos cultivos se puede dejar hasta el 100% de los residuos y sembrar con los tallos en pie, es decir sin desvarar o desmenuzar para evitar el acolchonamiento del residuo.

La cantidad, naturaleza y distribución de los residuos determinarán el porcentaje de cobertura. Considerando que la siembra puede realizarse antes o después del desvare, en zonas de alta precipitación donde el exceso de humedad sea un problema, puede no desvararse, lo mismo que en zonas de

fuertes vientos, se recomienda solo doblar el residuo para evitar el arrastre del suelo e incrementar la cobertura.

VIII.6. Manejo de malezas

El sistema de labranza de conservación requiere de un cuidado especial en el aspecto de control de malezas. A menudo se piensa que eliminar labores de preparación y escardas conlleva necesariamente a un uso excesivo de herbicidas, lo que no es exactamente cierto, aunque definitivamente los herbicidas son una herramienta valiosa que debe ser usada con responsabilidad y cuidado.

El problema de las malezas bajo el sistema de labranza cero de conservación, tiene dos facetas: primero, debemos combatir las especies presentes antes de la siembra de los cultivos y segundo, debemos controlar aquellas malezas que se establecen simultáneamente con el cultivo (Urzúa, 1998).

VIII.7. Control de las malezas presentes al momento de la siembra

En ocasiones, las áreas donde se va a establecer el sistema de labranza de conservación no presenta poblaciones de malezas después de la cosecha del cultivo anterior o de un periodo prolongado de sequía, por lo que no se requiere ninguna preparación del terreno. Sin embargo, si el terreno donde se va a establecer el sistema presenta malezas, éstas deben ser controladas para evitar la competencia de la maleza desde la emergencia del cultivo y puede realizarse mediante alguna de las siguientes formas:

- a.** Si el terreno presenta malezas anuales y perennes, gramíneas y/o dicotiledóneas, una alternativa es la aplicación de productos sistémicos

no selectivos y sin acción residual, tales como el Glifosato el cual será absorbido por las hojas y translocado a toda la planta. La acción de este producto se incrementa al adicionar 2.5% m/v de sulfato de amonio o urea aplicado con volúmenes bajos de aspersión (de 50 a 100 l/ha). En ocasiones la adición de 2,4-D, puede incrementar su acción sobre especies “aletargadas” o que normalmente presentan cierta tolerancia a este producto.

- b. Si en el terreno existe solo maleza anual, tanto gramíneas como dicotiledóneas podrá usarse un producto de contacto no selectivo y sin acción residual, como el paraquat, el diquat o la mezcla de ambos, el cual es absorbido por el follaje y desecará las partes de la planta con las que entre en contacto. No obstante, si la maleza tiene más de 30 cm de altura, es preferible chapearla una semana antes de la aplicación con el fin de asegurar un mejor cubrimiento de la aspersión y con ello su control. El efecto se observa antes de 24 horas de aplicación, por lo que de existir fallas en el control, hay oportunidad de aplicar otro tratamiento antes de la emergencia del cultivo.

- c. Cuando las parcelas presenten solamente malezas de hoja ancha y el cultivo a sembrar sea una gramínea, las plantas nocivas presentes antes de la siembra podrán ser controladas con productos hormonales, tales como 2,4-D, Dicamba o formulaciones que contengan Picloram. Si el terreno presenta especies ya en etapa avanzada (floración), es conveniente el uso de un producto hormonal mezclado con Glifosato.

VIII.8. Control de las malezas que se desarrollan durante el cultivo

Después de la emergencia de los cultivos, éstos podrán infestarse nuevamente con malas hierbas anuales o perennes, de hoja ancha o de hoja

angosta. Por ello deberá planearse la aplicación de herbicidas selectivos al cultivo o bien herbicidas no selectivos aplicados con equipos especiales para una aplicación dirigida protegiendo al cultivo. En general los herbicidas que se emplean en labranza de conservación son los mismos que se utilizan bajo el sistema de labranza convencional.

VIII.9. Trazo para el riego

En el Bajío se establecen normalmente dos cultivos y en ocasiones con un buen manejo, hasta tres cultivos por año; debido a que se dispone de agua proveniente de pozos profundos o bien de las presas que abastecen la zona. De esta forma se tiene que trabajar con trazos bien definidos para la conducción del agua de riego. Estos trazos se realizan al iniciar el sistema dependiendo de la rotación de cultivos que se pretenda manejar con el fin de no mover posteriormente el área de cultivo, únicamente remarcar los surcos antes del próximo cultivo. Para ello se pueden manejar diferentes trazos.

VIII.10. Cama de siembra

El trazo de camas de 1.52 m. se utiliza para la rotación Maíz-Trigo, Maíz-Cebada, Sorgo-Trigo y Sorgo-Cebada. Esta anchura de melga permite sembrar dos hileras a 76 cm. en cada melga para maíz y sorgo, y ocho hileras para trigo y cebada a 17 cm. entre hileras. En el caso de sorgo se pueden manejar cuatro hileras de dos formas: en forma equidistante a 38 cm entre hileras o bien dos hileras de 19 cm. y 76 cm. en medio de la melga. Este último arreglo topológico ha dado mejores resultados tanto en rendimiento como en eficiencia en control de malezas.

VIII.11. Fertilización

El sistema Labranza de Conservación permite manejar los fertilizantes tanto en aplicaciones superficiales como incorporadas, sin mostrar diferencias significativas en el rendimiento, siempre y cuando se tenga un buen nivel analítico en el suelo principalmente de fósforo y potasio, de otra forma conviene buscar la manera de aplicar el fertilizante por abajo y a un lado de la semilla. Las recomendaciones se formulan a partir de la selección del tipo de producto comercial a usar, tomando en cuenta su naturaleza, volatilidad, tipo de suelo, pH, régimen de humedad y cultivo entre otros.

Las experiencias muestran que al principio es necesaria la aplicación adicional de un 20% de nitrógeno en aquellos terrenos en los que se va a iniciar el sistema, ya que ese nitrógeno será utilizado por los microorganismos facilitadores de la descomposición de la materia orgánica al incrementarse sus poblaciones. Esta práctica sólo es necesaria durante dos o tres ciclos, después de los cuales el suelo vuelve a entrar en equilibrio en su relación Carbono/Nitrógeno.

En labranza de conservación, se han observado algunos cambios en la distribución de los nutrientes dentro del perfil, lo cual tiende a aumentar el rendimiento por la mayor disponibilidad de humedad para la planta.

VIII.12. Control de plagas y enfermedades

Mucho se discute sobre si la labranza de conservación propicia el incremento de las poblaciones de insectos y patógenos por el hecho de mantener una gran cantidad de residuos vegetales que sirven de hospedero. La experiencia práctica obtenida en el Centro de Desarrollo Tecnológico "Villadiego" muestra una disminución de los problemas ocasionados por las plagas y

enfermedades; por ejemplo, cuando se establece maíz en labranza de conservación, las siembras tempranas del mes de abril, presentan baja incidencia de trips en comparación a las siembras bajo la labranza convencional de las mismas fechas.

VIII.13. Cosecha

Prácticamente no existen cambios en el procedimiento de la cosecha respecto del sistema convencional, solo se recomienda en caso de que la cosecha sea mecánica, la colocación de esparcidores de residuos en las máquinas cosechadoras con la finalidad de distribuir homogéneamente los residuos, evitando con esto tener franjas de mayor concentración de paja que dificultarán la siembra de los siguientes cultivos.

Una observación notable es que después del último riego o de la última lluvia del ciclo, un terreno en labranza de conservación se pone "a punto " para ser cosechado antes que uno laboreado convencionalmente.

IX. PAQUETES TECNOLÓGICOS POR CULTIVO.

IX.1. Ciclo Primavera-Verano (P.V.)

IX.1.1. Maíz

El maíz es un cultivo de menor importancia en el Bajío, comparado con el sorgo, la superficie que ocupa oscila entre un 20 y 25% de la superficie sembrada en el ciclo primavera-verano.



Figura 3. Cultivo de maíz en labranza de conservación sobre paja de trigo.

Fecha de siembra. El maíz se establece sobre el 100% del rastrojo de cebada o trigo en los meses de abril a mayo, utilizándose las variedades más conocidas en la región como el A-791 y A-7545 de Asgrow, B-869 de Dekalb y 30R39 de Pioneer (Fig. 10). Las siembras tempranas tienen mayor potencial de rendimiento por lo que es importante sembrar de preferencia en el mes de abril.

Densidad de siembra. El maíz es un cultivo que responde bien a la densidad de población y a la distribución. Los mejores resultados se han obtenido sembrando a una densidad de siembra de 85 000 semillas por hectárea, en surcos de 76 cm., utilizando sembradoras unitarias como la Gaspardo, John Deere 7200 o la nacional conocida como Dobladense. Esta densidad de siembra nos permite tener a cosecha una población entre 60 000 y 65 000 plantas con mazorca, lo que nos dará un potencial de rendimiento de 14 t/ha, siempre y cuando se fertilice en cantidad y oportunidad adecuada (Figura 4).



Figura 4. Siembra de maíz sobre rastrojo de cebada, utilizando una sembradora unitaria fabricada en Manuel Doblado, Gto., México.

La cobertura sobre la cama de siembra es del 100% dejando toda la paja producida por el trigo o la cebada, cuidando que la distribución sea uniforme para evitar problemas en la siembra. Como parte de la preparación antes de la siembra se remarcan los surcos con el fin de facilitar la conducción del agua de riego.

Fertilización. Mediante la aplicación de pequeños trabajos de validación y con el auxilio de los análisis de suelo que se realizan al final de cada ciclo, se ha definido una fórmula de fertilización de 240 a 300 unidades de nitrógeno, 104 de fósforo y 90 de potasio, aplicando 97 unidades de nitrógeno a la siembra y todo el fósforo y el potasio mediante mezclas físicas de 200 Kg. de Fosfato Diamónico, 150 Kg. de Cloruro de Potasio y 300 Kg. de Sulfato de Amonio. El uso de esta cantidad de Sulfato de Amonio implica la aplicación de alrededor de 72 unidades de azufre, ya que este material contiene aproximadamente 24 unidades de este elemento.

El resto del Nitrógeno se suministra en dos aplicaciones más, cuando el maíz tiene entre 5 y 6 hojas verdaderas y cuando está entre la octava y novena hoja verdadera, pues de acuerdo con la curva de absorción de nutrimentos del

maíz, la mayor demanda se presenta a partir de la décima hoja desarrollada, por lo que es necesario suministrar el nitrógeno un poco antes de este estadio.

Como fuente de Nitrógeno se utiliza el Nitrato de Amonio mezclado con Sulfato de Amonio, o bien Urea si se prevé que se van a presentar lluvias en un periodo no mayor de dos días posteriores a la aplicación para evitar pérdidas por volatilización, debido a que el fertilizante se aplica sobre la superficie entre los surcos y no se cubre mediante escardas o cultivos. La aplicación se hace en forma manual cuando se trata de predios pequeños, o bien con un fertilizador común de botes.

Micronutrientes. Los suelo en "Villadiego", y en el Bajío en general, tiene un pH de 7.2 a 7.5, es decir, ligeramente alcalino. Esto implica que algunos microelementos como el Zinc y el Fierro estén poco disponibles. Particularmente el maíz es muy sensible al Zinc, por lo que se recomienda de una a dos aplicaciones foliares con dos litros de *Microzinc* por hectárea cuando el cultivo tenga de tres a cuatro hojas verdaderas y la siguiente a los 15 días posteriores. Para la aplicación se puede usar bombas de mochila o de aguilón.

Riegos. Si se siembra en el mes de abril (conocido como punta de riego), se da un riego para la emergencia inmediatamente después de la siembra, siendo necesario un segundo riego antes de que se establezca el temporal, ya que esto ocurre normalmente dos meses después de la siembra. Es importante supervisar el estado del trazo de los surcos para el riego antes de sembrar, pues de ser necesario, hay que remarcarlos antes de la siembra para no tener problemas en la conducción del agua de riego.

Plagas del suelo. Recientemente en el maíz se ha presentado una alta incidencia de Diabrotica, por lo que se aplica un insecticida granulado como Furadan 5G en una dosis de 20 Kg por hectárea, o Counter 15G a 7 kg por

hectárea. Estos productos se aplican mezclados con el fertilizante cuando se utiliza la sembradora Dobladense o por separado cuando se usa la Gaspardo o John Deere debido a que estos equipos cuentan con dispositivos especiales para la aplicación de insecticidas. Cuando es necesario mezclar el insecticida con el fertilizante, se prefiere el Counter 15G debido a que el material que utiliza como vehículo es una celulosa, la cual tiene la propiedad de adherirse a las partículas del fertilizante y con ello su aplicación es uniforme, lo que no sucede con los granulados que normalmente se van asentando y caen primero por tener mayor peso específico que el fertilizante.

Plagas del follaje. Inmediatamente que el cultivo empieza a emerger, es necesario vigilar la presencia de *trips* y gusanos trozadores. Normalmente la incidencia del *trips* es más alta en las siembras tardías que en las tempranas, y también se ha observado mayor incidencia en labranza convencional que en labranza de conservación. Estas plagas se controlan con aplicaciones de Folimat o Nuvacrón en dosis de medio litro por hectárea utilizando bombas de mochila o de aguilón con boquillas cónicas.

Control de malezas. En el ciclo primavera – verano (PV) el control de malezas es un problema fuerte en labranza de conservación debido a que el uso de herbicidas preemergentes se vuelve ineficiente porque el mantillo intercepta el producto y evita el contacto con el suelo. Actualmente se están haciendo pequeños ensayos utilizando diferentes boquillas que permitan gotas más grandes, con mayor volumen de agua para hacer que el producto baje al suelo y con ello aumentar la eficiencia del control de las malezas de manera preemergente.

El control lo realizábamos mediante aplicaciones de postemergencia temprana al cultivo y a la maleza utilizando una mezcla de 300 ml de Gesagard, 1.5 Kg. de Gesaprim Calibre 90, 2.0 lt de aceite comestible y 300 ml de

surfactante para mezclar el aceite, en 300 o 400 lt. de agua. Para tener una efectividad con esta mezcla es importante hacer una premezcla agregando el surfactante primero, posteriormente de manera muy lenta ir agregando el aceite, agitando al mismo tiempo para que el aceite se disperse en el agua, después se agrega el Gesaprim ya que es un producto granulado que requiere mayor tiempo para que se solubilice; por último, se agrega el Gesagard y se aplica de inmediato cuidando de mantener la mezcla agitada con una manguera de retorno o mediante agitaciones manuales. El uso del aceite comestible junto con el Gesaprim C-90, ha permitido controlar maleza de hoja angosta en forma post-emergente. Es importante que la aplicación se realice en etapas muy tempranas del cultivo (a más tardar cuando tenga dos hojas verdaderas), para evitar daños por el Gesagard.

En Villadiego, se observó una importante reducción de la incidencia de malezas anuales en los diez años que se ha practicado la labranza de conservación, de tal forma que en algunos predios se han dejado de utilizar herbicidas. Las malezas perennes de hoja angosta, por el contrario, tienden a incrementarse conforme avanza el número de ciclos sin laboreo, por lo que es necesario un control programado para evitar que este problema sea una limitante para el sistema.

Otra opción que presentó buenos resultados es la aplicación de Primagram a una dosis de 6 lt/ha, sobre la hilera del cultivo. Posteriormente, se aplica Faena (Glifosato) a una dosis de 1.5 lt/ha entre las hileras requiriéndose para ello de un equipo de campanas para proteger el cultivo. De esta forma se ha logrado un mejor control comparado con la aplicación de post-emergente en forma total, con un 40% de reducción de su costo. En este caso se requiere acondicionar un equipo de aguilón con campanas de 14 o 20 pulgadas, que son especiales para la aplicación de Glifosato entre las hileras.

Cosecha: El momento de la cosecha, es cuando el grano llega al 14% de humedad; debe esperarse este nivel para evitar castigos en las bodegas receptoras, ya que el castigo es de 80 kg/t por cada grado de humedad arriba del 14%.

En la operación de la cosecha es importante no permitir que los camiones ingresen al predio para evitar que compacten el suelo. Los neumáticos de los camiones no están diseñados para reducir la compactación como en el caso de las máquinas cosechadoras; por otro lado el mayor peso que concentran compacta fuertemente por donde transitan y destruyen las melgas de cultivo. Normalmente las trilladoras se dedican a la maquila de esta actividad y les interesa cosechar en el menor tiempo posible. Parte de la estrategia para esto es introducir los camiones al predio y evitar que las cosechadoras pierdan tiempo trasladándose hacia el camión.

Quizás sea repetitivo, pero es muy importante la dispersión uniforme de los residuos para evitar problemas de germinación en el siguiente cultivo. Así que conviene supervisar que los dispersores funcionen bien; o en su caso realizar alguna práctica para retirar una parte de los residuos. Crovetto (1992), menciona que el manejo de los residuos en labranza de conservación constituye un verdadero *arte*, ya que la producción de altos rendimientos conlleva a la producción de grandes cantidades de rastrojo, mismos que pueden ayudar a proteger el suelo de manera más eficiente y al aumento de la materia orgánica en un tiempo más corto; sin embargo, puede constituir un serio inconveniente si no se sabe manejar correctamente. De hecho algunos productores de la región han regresado a la labranza convencional precisamente por este problema que implica también un mal control de malezas.

IX.1.2. Sorgo

En el Bajío, el sorgo es el principal cultivo en el ciclo P.V. tanto en temporal como en punta de riego, debido a que tiene menos problemas de manejo que el maíz, por lo tanto, menos costos de inversión y alcanza rendimientos superiores a 12 tn/ha en riego y 6 tn/ha en temporal.

La siembra se realiza sobre el 100% de los residuos de cebada, trigo o chícharo dependiendo de la rotación a establecer, previamente se remarcan los surcos para facilitar el riego de nacencia y el primer riego de auxilio. En ocasiones, cuando el temporal se retrasa es necesario aplicar un segundo riego de auxilio.

Fecha de siembra. La fecha de siembra establecida es del 15 de abril al 25 de mayo, siendo de mayor potencial las siembras tempranas mismas que han alcanzado rendimientos superiores a 14 tn/ha. Para ello, existen en el mercado una gran variedad de materiales tardíos, intermedios y precoces, dependiendo de la rotación de los cultivos a establecer. Los híbridos que mejor rendimiento han demostrado son: D-65 de Dekalb, P-8133 de Pionner, KS-955 de NK y Marfil de Asgrow.

Densidad de siembra. La densidad de siembra normal es de 18 a 20 kg/ha de semilla, pero si se cuenta con sembradora de precisión se puede reducir hasta 12 kg/ha, con lo que se ahorra el costo de 6 a 8 kg de semilla. Para la reducción de la densidad de siembra es importante saber la capacidad de amacollamiento de la variedad a usar. Si el material no tiene capacidad de amacollamiento es preferible utilizar más semilla y asegurar una buena cobertura. Esta densidad de siembra hay que mantenerla independientemente del arreglo topológico que se utilice.

Fertilización. En general la dosis de fertilización que se aplica está en función de la meta de rendimiento a lograr. Así, en siembras tempranas se aplica la dosis 280-92-90 para lograr de 13 a 14 tn/ha, en siembras intermedias 240-92-60 para lograr de 10 a 11 tn/ha y las tardías con 200-92-60 para un rendimiento de 8 a 10 tn/ha.

Todo el Fósforo y Potasio se aplican en la siembra utilizando como fuentes el Fosfato diamónico (DAP) o el Fosfato monoamónico (MAP) y el Cloruro de Potasio, mezclados físicamente con Sulfato de Amonio como fuentes de alrededor de 100 unidades de Nitrógeno. El resto de Nitrógeno se aplica cuando inicia el amacollamiento del sorgo utilizando nitrato o Sulfato de Amonio preferentemente por el pH del suelo. La aplicación se hace en forma manual cuando se trata de predios pequeños o bien con un fertilizador común de botes.

Micronutrientes. El sorgo es un cultivo muy sensible a la deficiencia de Hierro, problema que se aprecia de manera generalizada en el Bajío cuando el cultivo se encuentra en sus primeros estadios aunque, a medida que las raíces se van desarrollando, el síntoma de deficiencia desaparece. Sin embargo, en algunos casos la deficiencia es tan severa que requiere la aplicación de este elemento para su corrección. La forma más barata de corregir el problema es mediante la aplicación vía foliar de 4 kg. de Sulfato Ferroso más 1 kg. de Urea disueltos en 100 litros de agua, utilizando bomba de mochila o de aguilón. El número de aspersiones depende del grado del problema, haciendo la primera aplicación a los 15 días de la emergencia y las demás a los 15 días subsecuentes.

Riegos. Al igual que el maíz, el sorgo requiere de un riego para la emergencia y posteriormente otro, dependiendo de la fecha de siembra y del establecimiento del temporal. Sin embargo, es conveniente aclarar que el sorgo es un cultivo más resistente a la sequía y manejado en labranza de

conservación normalmente requiere un promedio de 1.5 riegos y ocasionalmente se requieren dos riegos más, antes de que inicien las lluvias.

Plagas del suelo. El sorgo es un cultivo que no tiene problemas de plagas del suelo, así que normalmente no se aplica ningún producto a la siembra; en el caso de que se presenten problemas se recomienda la aplicación de Terbufos o Carbofurán en una dosis no mayor de un kg. de I.A. por ha.

Plagas del follaje. En las siembras tardías se puede presentar incidencia de *trips* al momento de la emergencia y posteriormente si el establecimiento de las lluvias se retrasa se presenta el gusano cogollero. Para el control del *trips* se aplica con bomba de mochila o aguilón un producto sistémico como el Folimat para tener un control eficiente, debido a que esta plaga normalmente se encuentra en el cogollo de la planta y es difícil que los productos de contacto lleguen hasta ahí. La oportunidad de la aplicación es importante para evitar que esta plaga reduzca considerablemente la población del cultivo.

Para el control del gusano cogollero, hay que vigilar que la incidencia llegue al 30% para aplicar productos como Parathión Metílico al 2% en polvo en una dosis de 25 kg/ha, si el problema es más severo se utiliza Lorsban 480E un lt/ha.

Control de malezas. Al igual que el maíz, se utiliza el control en postemergencia temprana con la mezcla de 300 ml. de Gesagard, 1.5 kg. de Gesaprim Calibre 90, 2.0 lt. de aceite comestible y 300 ml de surfactante, siendo la oportunidad de aplicación un factor muy importante para evitar daños del Gesagard al sorgo. A medida que se retrasa la aplicación el cultivo se afecta más y el control de la maleza es menos eficiente. La cobertura del cultivo es un factor que ayuda mucho a controlar las malezas una vez que el efecto del

herbicida termina. Esta mezcla se aplica con bomba de mochila o aguilón con boquillas de abanico plano 8003 o 8004.

Cosecha. Para la cosecha del grano, se espera a que el contenido de humedad llegue al 14%, para evitar castigos en las bodegas receptoras. Los cuidados son los mismos que en la cosecha del maíz.

IX.2. Ciclo Otoño-Invierno (O.I.)

IX.2.1. Cebada

La cebada se establece sobre el 100% de los residuos de maíz o sorgo, utilizando una sembradora múltiple, diseñada especialmente para la siembra directa de granos pequeños como la cebada y el trigo y en ocasiones se puede sembrar sorgo con este equipo, requiriendo para ello la cancelación de una salida intercalada para dejar hileras de 34 cm. entre ellas (Figura 5).



Figura 5. Sembradora múltiple para siembra directa de cebada y trigo.

Fecha de siembra. La fecha de siembra es del 20 de noviembre al 31 de diciembre, sin embargo, se recomienda como periodo óptimo del 10 al 31 de diciembre para evitar daños por bajas temperaturas en el periodo de floración.

Densidad de siembra. La densidad de siembra adecuada es entre 160 y 180 kg/ha de semilla, siendo posible reducirla hasta 120 kg/ha sin afectar los rendimientos. Una menor cantidad de semilla disminuye los rendimientos debido a que las horas frío que se acumulan normalmente no son suficientes para provocar un mayor amacollamiento como en el Noroeste del país. Las dos variedades recomendadas en la región son: la Esmeralda y Esperanza, prefiriéndose esta última por tener menos problemas de acame por su porte más bajo.

Fertilización. La dosis de fertilización utilizada es la 240-92-90, aplicando todo el fósforo y el potasio y alrededor de 100 unidades de nitrógeno al momento de la siembra, el resto del nitrógeno se aplica al voleo en forma manual o con fertilizadora voleadora antes del segundo riego de auxilio.

En cebada, la fertilización con potasio ha permitido reducir el acame, aumentar los rendimientos hasta en 1 tn/ha comparada con el tratamiento sin potasio y obtener un mejor precio de venta por calidad del producto. Adicionalmente se recomienda hacer una o dos aplicaciones de fertilizantes foliares como Grow-green 20-30-10, para cubrir posibles deficiencias de algunos micronutrientes en una dosis de 1 kg/ha.

Riegos. El trazo y la reconstrucción del surco con una longitud no mayor de 100 m., si la pendiente es del 2%, son factores importantes que ayudan a distribuir adecuadamente el agua, sin que los residuos causen problemas. Si la longitud es mayor la distribución del agua se vuelve desuniforme por la acumulación de los residuos que retienen el agua y el cultivo también manifiesta un desarrollo desuniforme. La cebada por ser un cultivo de ciclo más corto que el trigo, normalmente requiere el riego de nacencia y dos riegos de auxilio.

Control de plagas y enfermedades. La plaga que se ha presentado en la cebada es el pulgón, mismo que se controla utilizando Parathión Metílico en polvo al 2 o 3% a una dosis de 25 kg/ha, requiriéndose en algunos casos hasta tres aplicaciones, siendo normalmente de 1 a 2 aplicaciones.

Particularmente en Villadiego no se presentaron problemas de enfermedades fungosas, por lo que no se ha requerido la aplicación de fungicidas. Si hay problemas de roya, se recomienda la aplicación de Tilt a una dosis de 0.5 lt/ha preferentemente de manera preventiva.

Control de malezas. Cuando se siembra sobre residuos de sorgo, es conveniente prevenir el posible rebrote de este cultivo, aplicando Faena (Glifosato) en una dosis de 1.5 lt/ha con algún surfactante no iónico en una dosis que permita un mojado uniforme de las hojas (120-150 l/ha). Es posible que las bajas temperaturas que se presentan en enero y febrero ayuden a controlar el rebrote, sin embargo, dado el comportamiento impredecible de este fenómeno, conviene hacer aplicaciones de manera preventiva.

Las malezas propias del ciclo O.I., son la avena y el alpastillo, así como algunas de hoja ancha como la lengua de vaca. Para su control, se aplican 3 litros de Iloxan más un litro de Fulmina por ha, uno o dos días antes del primer riego de auxilio; siendo importante no ampliar más este rango de tiempo entre la aplicación de los productos y el riego, porque se pierde eficiencia en el control de las malezas.

Cosecha. En la cosecha de la cebada se deben observar los mismos cuidados que se tienen para el maíz y sorgo. Si se decide retirar una parte del rastrojo mediante el empacado, conviene quitarle el esparcidor a la combinada para que forme una hilera de residuos que pueda empacarse posteriormente sin

necesidad de hilerar con rastrillo. De esta forma se puede retirar alrededor del 40% de los residuos manteniendo una cobertura superior al 90%, lo que permite una buena siembra del cultivo siguiente.

IX.2.2. Trigo

El trigo al igual que la cebada se puede establecer sobre residuos de sorgo o maíz, inmediatamente después de la cosecha o esperar a la fecha óptima de siembra, siendo necesaria la reconstrucción de los surcos para el riego.

Fecha de siembra. La fecha de siembra recomendada es del 01 al 31 de diciembre, para las variedades que se utilizan en la región como Salamanca, Cortazar y Saturno.

Densidad de siembra. La densidad de siembra recomendada es de 150 kg/ha pudiendo reducirla a 120 kg/ha. Para ello se utiliza una sembradora múltiple con salidas a 17 cm. de separación. Si se siembra sobre melgas de 1.52 m., es necesario cancelar dos salidas de cada lado de la sembradora para evitar tirar semilla en los surcos.

Fertilización. La dosis de fertilización utilizada es la 280-92-90, aplicando todo el Fósforo y el Potasio y alrededor de 100 unidades de Nitrógeno al momento de la siembra; el resto del Nitrógeno se divide en dos aplicaciones al voleo antes del segundo y tercer riego de auxilio, utilizando un equipo voleador o en forma manual.

La fertilización potásica también ha incrementado los rendimientos en más de 1 tn/ha y ha reducido el acame provocado por fuertes vientos en los meses de marzo y abril.

Riegos. El trigo tiene un ciclo vegetativo más largo que la cebada por lo que requiere un riego de auxilio adicional para su desarrollo, mismo que se recomienda aplicar a los 0, 45, 70 y 90 días después de la siembra (Arreola, 1990). Esta recomendación es exclusiva para la zona de Valle de Santiago Gto., debido a las características del suelo y al método de riego.

Control de plagas y enfermedades. El trigo no ha presentado problemas de plagas, siendo el pulgón el único problema, mismo que se controla utilizando Parathión Metílico en polvo al 2 o 3% a una dosis de 25 kg/ha, requiriéndose en algunos casos hasta tres aplicaciones, siendo normalmente de 1 a 2 aplicaciones.

Control de malezas. Los problemas de malezas son similares a los que se presentan en la cebada por lo que su control también es similar, la variación consiste en el uso de Topik, Puma o Grassp en lugar de Iloxan a una dosis de 1 l/ha, si hay problemas de malezas de hoja ancha se aplica un 2,4-D después de 15 días de la aplicación del Topik, Puma o Grassp. Estos productos se pueden aplicar con bomba de mochila o aguilón.

Cosecha. Al igual que la cebada, si se decide retirar una parte del rastrojo mediante el empacado, conviene quitarle el esparcidor a la combinada para que forme una hilera de residuos que pueden empacarse posteriormente sin necesidad de hilerar con rastrillo. De esta forma se retira alrededor del 40% de los residuos y se mantiene una cobertura superior al 90%, lo que permite una buena siembra del cultivo siguiente.

X. PRINCIPALES RESULTADOS EN LA TRANSFERENCIA DEL SISTEMA LABRANZA DE CONSERVACIÓN

El Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) "Villadiego", tiene como función la capacitación, adiestramiento y demostración de las diferentes innovaciones tecnológicas que permitan lograr mejorar la rentabilidad y productividad, de las empresas agrícolas de los productores.

A continuación se muestran los principales resultados obtenidos en el proceso de difusión y transferencia tecnológica, para la adopción de Labranza de Conservación en México, durante mi estancia como encargado en jefe de este centro de capacitación y adiestramiento de FIRA, conocido como "Villadiego".

X.1. Ahorro en costos de producción

Durante los años de 1993 a 1999, observamos una disminución en los costos de producción, encontrando que en promedio para los cultivos de maíz y sorgo que se establecen en el ciclo primavera verano, la reducción era del orden del 18 al 22% mientras que para los establecidos en el ciclo otoño invierno la disminución en el costo era más impactante del 30 al 35% (Figura 6).

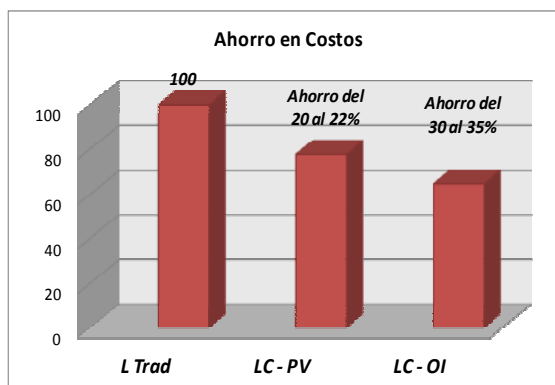


Figura 6. Ahorro en costos.

En el estado de Guanajuato el ahorro en el consumo de agua es una necesidad importante debido al abatimiento del manto acuífero, que en algunas zonas como la región de Comonfort y Celaya, Gto., llega a ser de seis o más metros por año.

En Villadiego en agua de riego se extrae de un pozo profundo, en donde evaluamos el ahorro en el consumo de energía eléctrica Kilowatts (Kw) en una siembra de cebada en el ciclo OI, el riego en Villadiego, se hace a través de pozo.

El ahorro en el consumo de agua no está cuantificado en términos de lámina de riego por limitaciones propias de los objetivos del Centro. Sin embargo, como dato indicativo se puede considerar el consumo de energía eléctrica (Kw) utilizado para la extracción del agua. En el ciclo O.I. 97/98 la cebada gastó 591 Kw y el trigo gastó 195 Kw menos por ha en labranza de conservación que en labranza convencional, respectivamente.

En cultivos de Otoño – Invierno (OI) bajo condiciones de riego se lograron ahorros en el volumen de agua de riego del 35% al 40%, mientras que en el ciclo Primavera – Verano (PV) el consumo de agua de riego se redujo en aproximadamente un 20%, por el orden de los 1,100 m³ de agua/ha, en la rotación tradicional de cultivos de sorgo – trigo (Figura 7).

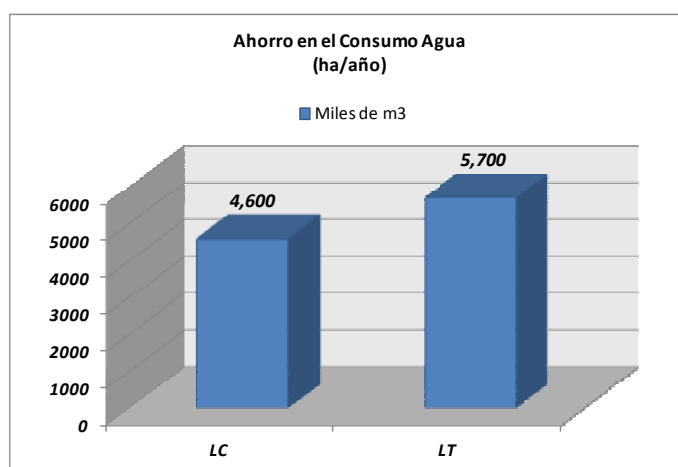


Figura 7. Ahorro en el consumo de agua.

En ese año de 1995, el módulo de riego número 4 de Valle de Santiago, Gto., se sembró una superficie de 9 600 has. establecidas bajo el sistema de labranza de conservación, lo que le significó un ahorro del volumen total de agua que le fue asignado de 1.056 millones de m³.

Otro de los ahorros importantes tiene que ver con la preparación de suelo, que normalmente en bajo el sistema de laboreo convencional o tradicional consiste en un subsuelo o barbecho y dos rastreos posteriores lo que representa un consumo de litros diesel con un tractor de 80 caballos de fuerza, de 30 para la labor de subsuelo o barbecho más 53 litros para los dos pasos de rastra, lo que hace un total de 83 litros. Mientras que en labranza de conservación solo se emplearon 15.2 litros para la siembra, lo que representó un 82% ahorro de combustible, cantidad importante en términos de costo y de reducción de contaminación ambiental por el uso de maquinaria.

X.2. Aumento en el contenido de materia orgánica

La labranza convencional se reduce el contenido de materia orgánica del suelo, debido a que normalmente el productor retira o quema los residuos (rastros o pajas) del suelo para facilitar las labores de preparación. En su caso, cuando decide dejar los residuos, los incorpora propiciando su oxidación al tener una mayor superficie de contacto con el suelo.

Cuando se establecieron los primeros trabajos en labranza de conservación en Villadiego en el año de 1988, el contenido de materia orgánica en los suelos era del orden de 0.7%, sin embargo, para 1994 el porcentaje determinado fue de 2.7 a 3.3%, dependiendo de la rotación de los cultivos, observándose el mayor contenido en el lote manejado con la rotación sorgo-chícharo. Mientras que para 1999 el porcentaje de materia orgánica osciló de 3.4 a 4.2% esto quiere decir que en 11 años de practicarla se elevó seis veces. Lo que significa que desde ese entonces los suelos en Villadiego son ricos en materia orgánica.

X.3. Estratificación de los Nutrientes

En los dos últimos años, se han realizado muestreos de suelo a dos profundidades: 0 a 10 cm. y 10 a 20 cm., con el fin de verificar el comportamiento de los nutrimentos principalmente fósforo y potasio, y la acidificación por el uso de los fertilizantes nitrogenados.

El comportamiento de estos nutrimentos y el pH, siguen el mismo patrón reportado en la literatura referente a la tendencia a estratificarse en el perfil del suelo, encontrando la mayor concentración en las capas superficiales

X.4. Mejoramiento de la estructura del suelo

En términos generales en labranza de conservación se apreció un mejoramiento en la estructura del suelo, que se manifiesta en una mayor capacidad de infiltración del agua de lluvia y del riego. Después de una lluvia pesada, el agua permanece mayor tiempo en la superficie de las parcelas manejadas en labranza convencional, mientras que en labranza de conservación el agua se infiltra prácticamente al terminar la lluvia sin que se produzcan encharcamientos.

X.5. Control de malezas

Con la labranza de conservación, se observó una baja en la población de malezas anuales tanto en los cultivos de OI como de PV, lo anterior derivado de la no remoción de suelo, llegando en algunos cultivos del ciclo otoño-invierno a no tener la necesidad de aplicar herbicidas para controlar las malezas.

X.6. Productividad y rentabilidad

A continuación se presentan los resultados técnico económico comparativos entre la labranza de conservación y la labranza de tradicional, para los cultivos de maíz, sorgo, trigo y cebada en Villadiego.

a. Sorgo

El sorgo compite con el maíz ya que su precio está relacionado al de este último en un 85-90%, se siembra en aproximadamente 120,000 ha bajo riego y 108,000 ha bajo régimen de temporal en Guanajuato, los rendimientos promedio oscilan entre 8 a 10 tn/ha en riego y entre 3 a 4 tn/ha en temporal. Es un cultivo tolerante a la sequía, además que su manejo es muy rústico y no presenta problemas importantes de plagas

El rendimiento promedio de sorgo, obtenido en Villadiego en el periodo 1992 al 2000, fue de 10.1 ton/ha con un punto de equilibrio de 5.31 tn/ha En el ciclo PV 2000 se obtuvo el máximo rendimiento de 12.1 tn/ha (Figura 8).

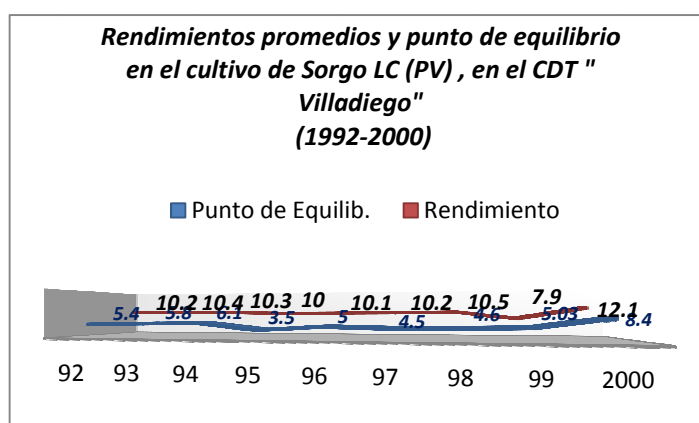


Figura 8. Rendimientos promedio de sorgo.

Como se aprecia en el Cuadro 5, los rendimientos y rentabilidad del cultivo de sorgo en labranza de conservación (1.26) es mayor que en labranza tradicional (0.5).

Cuadro 5. Análisis económico comparativo de sorgo.

<i>Análisis Económico Comparativo de Costos de Producción de LC vs LT en el cultivo de Sorgo , Ciclo PV 98-98</i>			
<i>Concepto/Tecnología</i>	<i>Unidades</i>	<i>Labranza de Conservación</i>	<i>Labranza Tradicional</i>
<i>Rendimiento</i>	<i>tn/ha</i>	<i>10.5</i>	<i>9</i>
<i>Precio Venta</i>	<i>\$</i>	<i>1000</i>	<i>1000</i>
<i>Ingreso</i>	<i>\$/ha</i>	<i>10500</i>	<i>9000</i>
<i>Costo Producción</i>	<i>\$/ha</i>	<i>4,642</i>	<i>6,007</i>
<i>Costo por tn producida</i>	<i>\$/tn</i>	<i>442.1</i>	<i>667.4</i>
<i>Utilidad por ha</i>	<i>\$/ha</i>	<i>5,858</i>	<i>2,993</i>
<i>Utilidad por tn</i>	<i>\$/tn</i>	<i>558</i>	<i>333</i>
<i>Punto de Equilibrio</i>	<i>tn</i>	<i>4.6</i>	<i>6.0</i>
<i>Indice de Rentabilidad</i>		<i>1.26</i>	<i>0.50</i>

b. Maíz

El cultivo de maíz es importante en Guanajuato, ya que se siembra en aproximadamente 120,000 has. bajo riego y en 310,000 has. de temporal. El rendimiento promedio de 1992 al 2000 en labranza de conservación fue de 10.61 tn/ha, con un punto de equilibrio de 4.65 tn/ha (Figura 9).

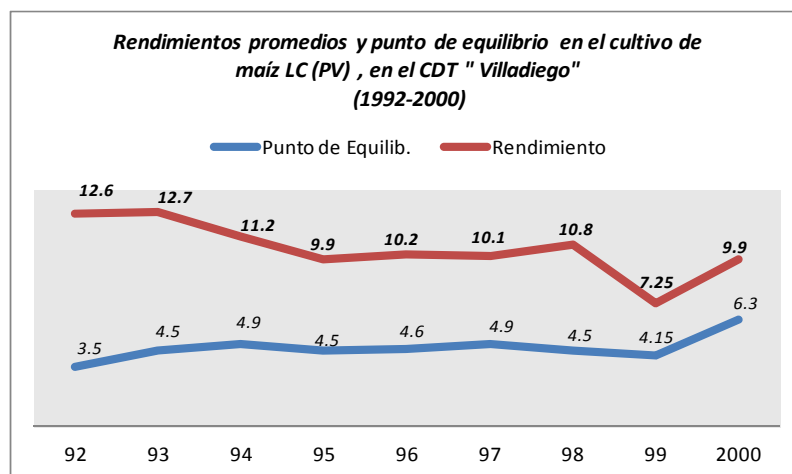


Figura 9. Rendimientos promedio de maíz.

En el ciclo PV 98-99 el maíz en LC tuvo una utilidad de 8,231 pesos, mientras que el maíz en LT está fue 4, 263 pesos; lo que significó un 93% más de utilidad en LC (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis económico comparativo de maíz.

Análisis Económico Comparativo de Costos de Producción de LC vs LT En el cultivo de maíz , Ciclo PV 98-98			
Concepto/Tecnología	Unidades	Labranza de Conservación	Labranza Tradicional
Rendimiento	tn/ha	10.8	8.5
Precio Venta	\$	1300	1300
Ingreso	\$/ha	14040	11050
Costo Producción	\$/ha	5,809	6,787
Costo por tn producida	\$/tn	537.9	798.5
Utilidad por ha	\$/ha	8,231	4,263
Utilidad por tn	\$/tn	538	502
Punto de Equilibrio	tn	4.5	5.2
Indice de Rentabilidad		1.42	0.63

c. Trigo

El rendimiento promedio de trigo en labranza de conservación para el periodo de 1992 a 1999 fue de 6.66 tn/ha, con un punto de equilibrio del orden de 3.63 tn que representa un 54% de rendimiento promedio del periodo (Figura 10).

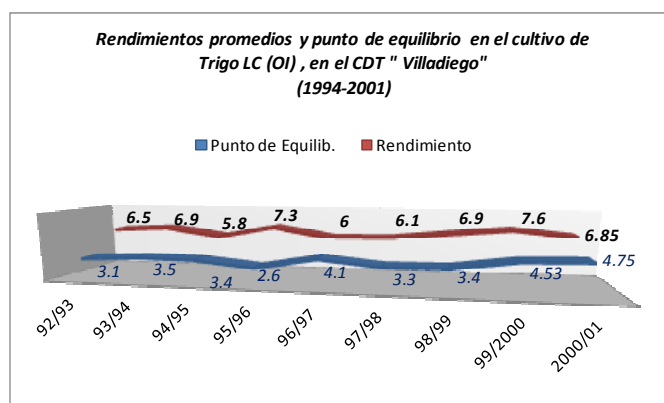


Figura 10. Rendimientos promedio de trigo.

En la Figura 11, se muestra la distribución comparativa de los principales costos de producción en pesos por hectárea para los cultivos de trigo y cebada para el ciclo OI 94-95 en Villadiego.

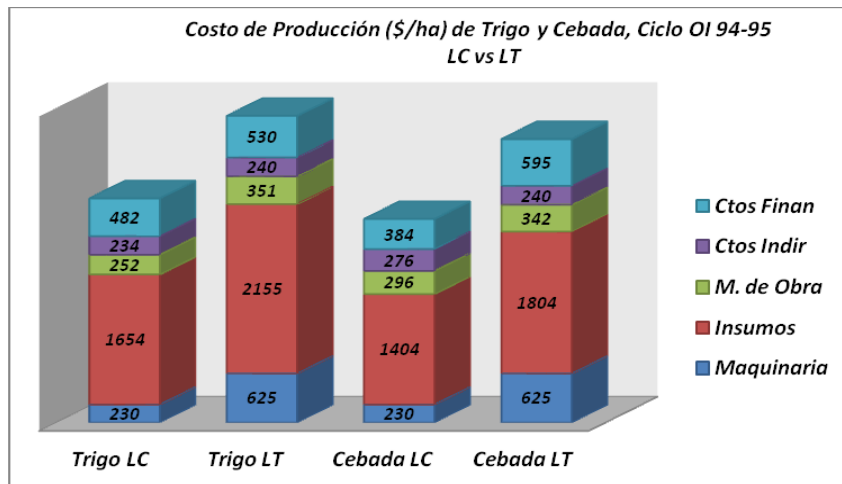


Figura 11. Comparación costos de producción trigo y cebada.

En donde para la cebada LC, presentó una disminución de costos del 30% y para el Trigo en labranza de conservación de un 26% con respecto a la labranza tradicional.

Estos resultados se ha presentado consistentemente en los diez años de práctica de la labranza de conservación en el Centro de Desarrollo Tecnológico “Villadiego”, en donde los rendimientos promedios han aumentado entre una y dos toneladas más que el promedio bajo el sistema convencional. Por otro lado, un menor costo de producción por la reducción del laboreo incrementa la relación beneficio/costo.

X.7. Efecto en la fecha de siembra

La labranza de conservación ha permitido reducir el tiempo entre cada ciclo de cultivo a tal grado que es posible sembrar el mismo día de la cosecha del ciclo anterior. Esta es una ventaja muy importante para la región del Bajío, ya que permite establecer dos y en ocasiones hasta tres cultivos al año, sembrando dentro de las fechas óptimas de cada ciclo.

Por regla general, en todas las regiones productoras de maíz, las siembras se realizan temprano. Los rendimientos disminuyen a medida que se retrasa la fecha de siembra debido a la temperatura más alta y la reducción de la longitud del día influyen en los rendimientos. En 1994, se realizó un trabajo con tres fechas de siembra de maíz (24 de abril, 3 de mayo y 6 de mayo), encontrando una reducción de dos toneladas entre la primera y segunda fecha y de tres toneladas entre la primera y la última fecha, (12.0, 10.0 y 9.0 t/ha respectivamente).

X.8. Oportunidad de siembra

Los productores que utilizaron la labranza de conservación bajo condiciones de riego, solucionaron el problema de traslape de ciclos que se vuelve crítico para los cultivos de PV (sorgo y maíz); ya que en las siembras tradicionales, la preparación del terreno consiste en una limpia, barbecho, rastreo, cruza empareje y surcado, lo que significa un periodo de tiempo entre los 18 a 22 días, originándose un desfase de la fecha óptima de siembra que de acuerdo a estudios y experiencias, por cada día de retraso en la fecha óptima de siembra en la región del Bajío se disminuye el rendimiento de 80 y hasta 135 kg., que representa de 1.5 a 2.0 toneladas menos por hectárea. Mientras que con la labranza de conservación, se puede estar cosechando y sembrando el mismo día.

CONCLUSIONES

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

Por lo anteriormente, podemos concluir que el 99% de los beneficios del sistema lo da el mantillo o cobertura.

2. Que para implementarla es importante tener conocimientos agronómicos básicos, así como atender los siguientes aspectos :

- Eliminación de compactaciones (piso de arado y rastra con un subsuelo).
- Corrección de pH (suelos ácidos adición de cal, alcalinos con yeso).
- Eliminación de malezas perennes (zacate grama o Johnson).
- Presencia de rastrojo en por lo menos un 30 % de la superficie (2.0 tn. como mínimo).
- Conocer el uso y manejo de herbicidas (no por el hecho de no mover el suelo implica que se tenga que usar mayor cantidad de herbicidas).
- Manejar una nutrición balanceada, partiendo de un análisis de suelos para satisfacer la demanda de nutrientes del cultivo en función de una meta de rendimiento esperada a través de fertilización balanceada (N-P-K-S-Ca- Mg y Microelementos).

3. Que ayer como hoy, la labranza de conservación cobra más vigencia actualmente cuando se requiere de tecnologías que permitan cosechar

zonas de temporal y ahorrar en zonas de riego el agua. Lo anterior ante los estragos del cambio climático.

4. Que el principal reto de los productores y técnicos que participamos en la producción, es el de disminuir los costos de producción y elevar los rendimientos.
5. Que la labranza de conservación es de fácil adopción, si se aplican los fundamentos o principios básicos sobre los cuales descansa esta tecnología. Por eso, es de suma importancia capacitar y formar cuadros técnicos que la transmitan a los productores interesados.
6. La actual situación del petróleo que se está cotizando a más 100 dólares el barril, ha encarecido los fertilizantes y el diesel, es por ello que se requiere con urgencia de la implementación de sistemas de producción sustentables, que disminuyan el consumo esos dos insumos. La labranza de conservación ha demostrado que mejora la fertilidad en el suelo y reduce el uso de diesel de la maquinaria.
7. En las zonas graneras del país (maíz, sorgo, trigo, arroz) es conveniente impulsar una reconversión tecnológica que incluya a la labranza de conservación como su plataforma básica, que les permita ser más competitivas y cumpliendo con la seguridad alimentaria.
8. Que la labranza de conservación permite salir del círculo vicioso de baja productividad y degradación de los recursos naturales, para entrar al círculo virtuoso de alta productividad y rentabilidad, a la vez se conservan y mejoran los recursos naturales.
9. Que un suelo pobre en materia orgánica, jamás hará a un productor rico, que la pobreza jamás genera riqueza.

BIBLIOGRAFÍA

AAPRESID. 1995. Siembra Directa. Gacetilla Informativa Núm. 30. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. Argentina. 16 p.

Arreola T. J.M., 1990. Recomendaciones prácticas para aumentar la eficiencia del agua. Memoria. Análisis de la problemática del agua y perspectivas para la modernización de su uso en la agricultura en Guanajuato. Celaya, Gto. México. p. 171-189.

Cantú M., P. C. 1993. Contaminación ambiental. Ed. Diana. México. 80 p.

Colegio de Postgraduados. 1977. Manual de Conservación del Suelo y Agua. SARH. 584 P.

Crovetto L., C. 1992. Rastrojo sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Santiago de Chile. 301 p.

Erenstein, O. 1995. La economía de la labranza de conservación en México. Memoria de la reunión en la red nacional de labranza de conservación. Morelia, Mich., México.

Erenstein, O. 1997. ¿La labranza de conservación o conservación de residuos?. Una evaluación del manejo de los residuos en México. NRG Reprint Series07-02. México, D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Batán, México. pp. 188-197.

Figuroa S., B. y Morales F., F. J. 1992. Manual de Producción de Cultivos con Labranza de Conservación. Colegio de Postgraduados. 273 p.

FIRA. 1996a. Labranza de Conservación para una agricultura sustentable. Experiencias y logros de FIRA. Boletín Informativo N° 281, Vol. XXIX. 28 p.

FIRA. 1996b. Informe de Gestión 1995. Centro de Desarrollo Tecnológico “Villadiego”. Documento interno. 23 p.

FIRA. 1996c. Centro de Desarrollo Tecnológico “Villadiego”. Cuadernillo de difusión de resultados día demostrativo anual. Abril de 1996.

FIRA. 1997a. Rentabilidad de 15 cultivos anuales financiados en el ciclo agrícola Primavera-Verano 1996/96. Boletín Informativo No. 293. Vol. XXIX. 36 p.

FIRA. 1997b. Informe de Gestión 1996. Centro de Desarrollo Tecnológico “Villadiego”. Documento interno. 25 p.

FIRA. 1998a. Informe de Gestión 1997. Centro de Desarrollo Tecnológico “Villadiego”. Documento interno. 29 p.

FIRA. 2008b. Boletín Informativo Veinte años de experiencias en la producción de granos con tecnología de “Labranza de Conservación” 1988 – 2008. Apartado de resultados P. 18-23.

INEGI. 1997. Anuario Estadístico del Estado de Guanajuato. Edición 1997. P. 3-27

INIFAP – FIRA. 2000. Manual de Labranza de Conservación. Principales ventajas que se obtienen con la labranza de conservación de la P. 7-22.

Kocher F., A., D. Violic y A. F. Palmer. 1983. Sistemas de Labranza de Conservación y el agua en el suelo. Simposio "La sequía y su impacto en la agricultura". Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 139 p.

Kocher, F. 1989a. Historia. Cuadernillos de labranza de conservación-FIRA. Curso para formación de instructores en labranza de conservación. Toluca, México. 41 p.

Kocher, F. 1989b. Mantillo. Cuadernillos de labranza de conservación-FIRA. Curso para formación de instructores en labranza de conservación. Toluca, México. 44 p.

Kocher, F. 1989c. Erosión. Cuadernillos de labranza de conservación-FIRA. Curso para formación de instructores en labranza de conservación. Toluca, México. 46 p.

Kocher, F. 1990. La labranza de conservación y rendimientos máximos económicos en México. Memorias del primer simposium internacional, cuarto nacional. El maíz en la década de los 90". Zapopan, Jal., México. pp. 229-241.

León G., D. 1997. El cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) bajo labranza de conservación en Valle de Santiago, Gto. Tesis Profesional. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 112 p.

Pérez N., J. 1996. Efectos de la erosión y sistemas de labranza sobre la productividad y rentabilidad de dos suelos de Oaxaca. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, Méx. 178 p.

Urzúa S., F. 1998. El control de malezas en cultivos bajo labranza de conservación. Notas del curso "Control de Malezas". Inédito. 49 p.

Velásquez V., M. A., Tiscareño L. M, Claverán A. R. y Gallardo V. M.
1997. Erosión y productividad bajo labranza de conservación. I. Avances de Investigación en suelos de ando en Michoacán. INIFAP-Centro Nacional de Investigación para Producción Sostenible. 34 p.