

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN, SUS
EFECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ EN
LOS ESTADOS DE JALISCO Y QUERÉTARO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTAN:

ESTRADA RAMOS BEATRIZ AZUCENA
FAVILA AVILA Ma. ALEJANDRA GUADALUPE

ASESOR DE TESIS: JAVIER RUIZ

CIUDAD UNIVERSITARIA 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

“Las verdaderas conquistas, las que no causan arrepentimiento son aquellas arrebatadas a la ignorancia“

Napoleón Bonaparte

DEDICATORIAS

- A mi poder superior:* *A ti mi Dios; gracias por la fe y la esperanza en momentos de oscuridad. Por la salud física y espiritual. Por todo gracias.*
- A Raúl Estrada:* *Para ti mi admiración y mi agradecimiento, por tu fuerza y caridad. Papá, esto soy cree en mi. Te amo.*
- A Yolanda Ramos:* *A tu sabia y sencilla compañía de cada día. Gracias madre por permanecer aún cuando no lo expresaba, aun cuando no había nadie más. Tuya madre.*
- A Azucena Estrada:* *A tu voluntad, por lo que aprendí y viví. Te quiero como a nadie en este mundo.*

AGRADECIMIENTOS

- Al Prof. Javier Ruiz:* *Gracias por su motivante y sabia enseñanza, por abrimos un espacio en su hogar y en su trabajo. Gracias por que fue más que academia lo que aprendí con usted.*
- A Alejandra Favila:* *Amiga, gracias por darme la oportunidad de compartir tantas experiencias, por apoyarme y tolerarme hasta el final. Te quiero con el alma.*
- A los productores de Jalisco y Querétaro* *Que nos regalaron su valiosas experiencias y tiempo. A su esfuerzo de cada día por no abandonar su tierra.*
- Sin ser menos importantes a mi familia (Memo, Iván, Nacho, Vero, Rocío y niños) cada día con ustedes es una bendición, a Tonalli por su apoyo y optimismo. Gracias.*

Gracias Dios Mío, porque me llenaste de luz para este proyecto y verlo hoy realizado, conté en todo momento con el apoyo y entrega incondicional de mi madre, las lecciones de vida, y profesionales de mi asesor, y la comprensión de mi fiel amiga y compañera Beatriz. Gracias a todos ustedes y a todos aquellos que dejaron en mi tesis una parte de si mismos.

Ma. Alejandra G. Favila Avila

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN, SUS
EFECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ
EN LOS ESTADOS DE JALISCO Y QUERÉTARO**

RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	I
INTRODUCCIÓN	1
I. Labranza convencional y labranza de conservación	8
<i>1. Labranza convencional</i>	8
1.1 Qué es la labranza convencional?	8
1.2 Cómo funciona la labranza convencional?	10
1.3 Efectos del uso de la labranza convencional.	12
1.3.1 Efectos económicos y productivos.	13
1.3.2 Efectos ambientales.	17
1.3.3 Erosión y desertificación.	24
<i>2. Labranza de conservación</i>	28
2.1 Qué es la labranza de conservación?	29
2.2 Cómo funciona la labranza de conservación?	32
2.3 Tipos de labranza de conservación.	34
2.4 Efectos de aplicar labranza de conservación.	36
2.4.1 Efectos económicos y productivos.	36
2.4.2 Efectos ambientales.	39
<i>3. Ventajas del sistema de labranza de conservación sobre el sistema convencional.</i>	45

II. Antecedentes de sistemas de labranza convencional y de conservación en diferentes zonas agrícolas	46
Introducción.	46
1. Agricultura Sustentable.	46
1.1 Definiciones de agricultura sustentable según autores.	47
2. Indicadores de evaluación de la Agricultura sustentable.	50
2.1 Indicadores económicos.	50
2.2 Indicadores ambientales.	51
2.3 Indicadores sociales.	52
3. Antecedentes y experiencias de labranza en otros países.	54
3.1 Experiencias de labranza para América Latina.	57
3.1.1. Experiencia para Brasil.	58
3.1.2 Experiencia para Paraguay.	62
3.2 Antecedentes y experiencias de labranza en México.	64
3.2.1 Experiencias para Chiapas.	65
3.2.2 Experiencia para Veracruz.	68
III Labranza de conservación con productores de maíz en municipios de Jalisco y Querétaro.	72
1. Características de la región de Jalisco.	72
1.1 Características económicas y productivas.	72
1.2 Características sociales.	73
1.3 Características ambientales.	73
2. Características de la región de Querétaro.	74
2.1 Características económicas y productivas.	74
2.2 Características sociales.	74
2.3 Características ambientales.	75
3. El modelo de labranza de conservación con productores de Jalisco y Querétaro.	75
3.1 Antecedentes del sistema de labranza de conservación en Querétaro y Jalisco.	75
3.2 Organización de los productores de maíz.	76
3.2.1 Querétaro	77
3.2.2 Jalisco	78
3.3 Superficie beneficiada, productores, municipios.	78
3.3.1 Querétaro	78

3.3.2 Jalisco	79
3.4 Aplicación de labranza de conservación en el cultivo de maíz.	79
4. Resultados en el cultivo de maíz con labranza de conservación y labranza tradicional en Jalisco y Querétaro.	80
4.1 Querétaro	80
4.1.1 Efectos productivos.	80
4.1.2 Efectos económicos.	83
4.1.3 Inversión Total Inicial	84
4.1.4 Capital de trabajo	85
4.2 Jalisco	87
4.2.1 Efectos productivos.	87
4.2.2 Efectos económicos.	88
4.2.3 Inversión Total Inicial	90
4.2.4 Capital de trabajo	90
4.3 Cuestionario	92
4.4 Efectos ambientales del sistema de labranza de conservación y del sistema de labranza convencional	104

Nota complementaria

Glosario

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

El sistema de labranza convencional, es una práctica agrícola que genera erosión, compacta la tierra, propicia la pérdida de humedad, aumenta los costos de producción cuando se usa en exceso, de tal forma que puede ser incosteable para un pequeño productor de granos.

El bajo rendimiento de los cultivos se debe principalmente a la degradación de los suelos, provocada por la sobreexplotación del suelo, los altos índices de deforestación, la eliminación de la cobertura vegetal y el exceso de laboreo del suelo. El suelo erosionado, asociado a una infraestructura inadecuada para producir, tecnología deficiente, recursos financieros de difícil acceso, técnicas de producción inadecuadas, programas de apoyo insuficientes y bajos precios de venta (la contracción de los precios puede provocar incluso que sea incosteable producir); son factores que provocan que los campesinos abandonen sus actividades en el campo, disminuyendo así la producción agropecuaria.

La implementación de métodos de producción que mejoren el rendimiento de los suelos, por medio del uso eficiente de los recursos naturales, favorecerá el incremento de la rentabilidad financiera y el ingreso de las familias rurales.

Tal es el caso de la labranza de conservación, que a diferencia de la técnica mecanizada, reduce la erosión, evaporación y compactación de suelo hasta 95%, así como la utilización de mano de obra, combustible y necesidades de equipo. Esta técnica, combinada con abonos orgánicos, revierte considerablemente la erosión de los suelos en un periodo máximo de seis años.

Para el caso que nos ocupa la labranza de conservación con productores de maíz de algunos municipios de Jalisco y Querétaro tiene como finalidad demostrar que el uso óptimo de sus propios recursos y de los recursos naturales reducirá los costos de producción por tonelada de maíz incrementando a su vez el ingreso de los productores así como el rendimiento por hectárea y disminuirá la erosión del suelo; esto por medio del uso de técnicas ambientales menos dañinas, es decir el incremento de cobertura vegetal, aplicación de abonos orgánicos y menor laboreo sobre el suelo dedicado al cultivo de maíz.

Con la siguiente investigación se pretende mostrar como hipótesis que los beneficios gracias a la aplicación de la labranza de conservación en el cultivo de maíz en Jalisco y Querétaro, son productivos, financieros y económicos de tal manera que se incrementarán los niveles de ingreso y producción, rendimiento y reducirá la degradación de los suelos destinados al cultivo de este grano.

El proyecto de investigación “Labranza de Conservación en la producción de maíz en Querétaro y Jalisco”, tiene como objetivo general demostrar que el sistema de labranza de conservación en el cultivo de maíz en la región de Querétaro y Jalisco a diferencia del sistema convencional reduce los costos de producción por hectárea, incrementa el rendimiento financiero, aumenta la fertilidad del suelo, reduce la erosión del suelo, mejora el nivel de vida de los productores; mediante el manejo integrado de los recursos naturales y productivos.

En el estudio también se cubren como objetivos particulares:

- ?Investigar y comparar las características del sistema de la labranza de conservación y la convencional.
- ?Identificar las ventajas y desventajas de emplear ambos sistemas en el cultivo de maíz.
- ?Demostrar los beneficios económicos productivos y ambientales que alcanzan los productores de maíz al aplicar labranza de conservación.

Por lo que respecta al marco teórico hablar de agricultura significa irremediablemente remontarnos al pasado así como de las necesidades de productos básicos para el consumo humano, al inicio del aprovechamiento de la tierra con la agricultura todo cambió, y se dejó de ser nómada con el arraigo a la tierra. El hombre se hizo ganadero. La población a través del tiempo crecía y los recursos ya no eran suficientes. Las diferencias entre unas poblaciones y otras se han hecho más fuertes, y el medio ambiente también está pagando por la idea de progreso.

El ser humano incorporó la labranza cuando se vio en la necesidad de controlar la vegetación natural, para desarrollar especies de su interés la cual tiene el propósito de favorecer el cumplimiento de procesos físico-químico biológicos que permitirán a éste satisfacer necesidades.

México es un país con una amplia variedad de recursos naturales. Todo lo que se encuentra en la naturaleza y que puede ser aprovechado por el hombre es un recurso natural por ejemplo, el suelo. Y éste a su vez trabaja para obtener, transformar o intercambiar los recursos naturales y utilizarlos en su beneficio.

Los fisiócratas subrayaron que el propósito de la economía era el descubrimiento de leyes, no la especulación acerca del “precio justo”, demandaban una completa y absoluta liberación de la producción y el comercio. Consideraban que los campesinos que cultivaban la tierra de la nobleza eran solamente agentes económicos productivos. La tierra era considerada el único factor productivo capaz de rendir un valor de superávit sobre o por encima del costo de mano de obra, desarrollaron la teoría de la tributación favoreciendo un tipo de impuesto simple sobre la tierra, el cual en su mayor parte tendría que ser pagado por la nobleza. La agricultura debía ser fomentada, con preferencia al comercio y los negocio s. El énfasis en la agricultura se basaba en el desarrollo tecnológico francés y las grandes invenciones en los métodos agrícolas de producción, tales como la rotación de cosechas y el uso de fertilizantes hizo a la tierra más productiva que el trabajo, o por lo menos así les pareció.

Los fisiócratas consideraban que sólo la tierra producía un producto neto que sostenía la labor agrícola y el resto de la sociedad, los comerciantes por lo tanto, como tienen que ser sostenidos por la producción agrícola formaban parte de la clase parasitaria improductiva. La gran mayoría pertenecían a una clase privilegiada, mostraban una ausencia de preocupaciones por el bienestar general o por el patrón de vida de la empobrecida población rural y urbana de Francia. La desigualdad en la distribución de la riqueza y el ingreso era considerada justa porque argumentaban ellos, la naturaleza es desigual por consiguiente la desigualdad es en consecuencia la “ley natural”.

Francois Quesnay escribió la tabla económica, que divide los gastos productivos y estériles. Los gastos productivos son aquellos empleados en la agricultura, en los bosques, en las minas, en la pesca etc., para perpetuar las riquezas en granos, bebidas, ganados, maderas materias primas etc. Los gastos estériles son los que vienen de la producción artesanal, de la casa, ropas, interés del dinero, sirvientes, etc. A fin de producir era necesario hacer anticipos, éstos eran gastados por los granjeros y producían la renta nacional; parte de ésta era empleada en gastos estériles, capital gastos de comercio materias primas de artesanos; partes de la renta eran empleadas en compras para la clase productora tales como pan vino y carne.

La tabla de Quesnay fue el primer intento organizado por tratar de situar los factores de la producción en sus respectivos lugares, así como la producción total de mercancías y servicios al nivel de la economía nacional e inspiró a muchos economistas actuales a desarrollar tablas más sofisticadas de las relaciones entre energía y rendimientos del nivel de la producción nacional.

Turgot, desarrolló la teoría de la subsistencia de los salarios, la cual mantenía que bajo la ley natural y el orden natural, los trabajadores podrían y deberían obtener suficiente dinero para atender a las más elementales necesidades de la vida; fué el primer economista en pensar sistemáticamente sobre la empresa en términos de capital físico y productivo y fondos de capital o capital operante y en términos de un empresario. Este organiza la producción toma decisiones sobre el periodo de tiempo total de aquella y utiliza los factores de la producción, tales como el capital la mano de obra, como agentes energéticos en el proceso de elaborar el producto terminado.

Este economista comprendió que las utilidades eran el requisito necesario para el crecimiento económico, porque mediante la obtención de beneficios el empresario se anima a dejar parte de sus ganancias en la empresa, a fin de obtener mayores beneficios en el futuro

Adam Smith, consideró el trabajo como la causa del valor pero la medida del valor era la cantidad de trabajo que cada artículo podía comprar y no la cantidad de trabajo que tomaba producir cada artículo. Consideraba que existía el precio natural que se refiere al hecho que

es de interés para los productores el producir ni más ni menos que lo que los consumidores quieren comprar que es de interés de los consumidores que la oferta nunca se quede corta en relación con la demanda eficaz. Smith consideraba que la cantidad de mercancía puesta en el mercado se adaptaba ella misma de modo natural a la demanda eficaz. Si la oferta es mayor que la demanda efectiva el precio del mercado estará por debajo del precio natural. Smith se refiere a las partes componentes del precio natural, partida de costo total como renta de la tierra, salarios de trabajo, utilidad e intereses.

Malthus, conocido por su teoría de la población, sostenía que el crecimiento de ésta si se mantenía sin control, tendía a superar al crecimiento de la producción de alimentos. Admitía que la posibilidad de aumentar la producción de alimentos está limitada por la Ley de los Rendimientos Decrecientes; en esta ley David Ricardo afirma que la tierra es un factor fijo de la producción, cuya provisión no puede ser aumentada, aplicaciones sucesivas de labor, fertilizantes puedan aumentar el rendimiento por acre menos que proporcionalmente.

Malthus supone que la población crecería en progresión geométrica y los alimentos pueden aumentar en progresión aritmética.

John Stuart Mill, distinguió entre producción y distribución, la primera la consideraba más o menos determinada por los recursos dados y por el estado de las artes técnicas, mientras que la distribución de la producción estaba sujeta a la voluntad del hombre y podía ser cambiada. Atacó la distribución de los rendimientos de la tierra del trabajo y del capital. Mill, criticó la teoría existente de los salarios que recompensaba más a una pequeña parte de la sociedad en proporción inversa a la cantidad de trabajo que realizaban y menos a una gran parte de la sociedad, en proporción inversa también al trabajo.

Los marginalistas sin embargo dieron gran atención a un aspecto del mercado; la demanda a expensas del suministro de productos. Una síntesis de las opiniones de los marginalistas y algunas de las viejas escuelas economistas fue realizada por Marshall: decía que tanto la oferta como la demanda son importantes; a corto plazo la demanda puede ser más

importante que la oferta en la determinación del precio de mercado; pero a la larga tenemos que considerar los precios de producción y otros elementos que entran en la oferta.

Las relaciones entre economía y medio ambiente no son lo suficientemente equilibradas. Se ha considerado que el crecimiento económico se ha conseguido a costa del entorno ambiental. El análisis económico explica el porque ocurren las cosas de esta manera.

El problema de decidir que es lo que se produce, como se produce y como se distribuye lo producido se ha dejado en manos del mercado

La asignación de recursos es uno de los principales problemas económicos, los recursos naturales tienen valor en cuanto le dan el valor las personas.

Los recursos y el medio ambiente tienen valor porque cumplen una serie de funciones que afectan positivamente al bienestar de las personas que componen la sociedad.

El sistema de mercado es la forma en la que los agentes económicos actuando de manera racional generan a través de la interacción los precios de todos los bienes; estos precios son los que determinan la solución al problema de la asignación de los recursos escasos.

El análisis de económico tiende a identificar el problema de degradación ambiental como un ejemplo de las fallas de mercado. Nos encontramos en un mecanismo de asignación en el que el medio ambiente y muchos recursos naturales en particular no tienen precio. Un sistema, por tanto que opera como información incorrecta sobre su valor que funciona como si careciesen de valor.

Los recursos naturales en nuestro caso el suelo cultivable carece de precio pero si tiene valor.

Forma parte de la función de producción de gran cantidad de bienes económicos, forma la base sobre la que se apoyan muchos procesos productivos que serían impensables en su ausencia, no sólo participa en los procesos de producción, distribución y consumo de bienes

y servicios económicos también recibe como retorno muchas cosas que en estos procesos se generan.

El medio ambiente actúa en efecto como un receptor de residuos y desechos de toda clase y debido a su capacidad de asimilación puede absorber estos residuos y transformarlos en sustancias inocuas. Además proporciona bienes naturales cuyos servicios son demandados por la sociedad, entra a formar parte de la función de la producción de utilidad de las economías domésticas. Son varios los autores a través del tiempo los que se han ocupado del estudio del aprovechamiento de la tierra y puede concluirse que el recurso suelo constituye un sistema integrado que proporciona los medios para sostener toda clase de vida.

RESUMEN CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La labranza convencional es el sistema agrícola que manipula y rompe el suelo, por medio de procedimientos mecánicos repetidos, lo hace con equipos que lo limpian de todos los residuos de la cosecha anterior y lo exponen directamente a los agentes ambientales.

Este es el sistema comúnmente utilizado por los productores agrícolas, está basado en el uso de una yunta, rastras, discos o desterronadores.

Todo proceso que modifica la estructura del suelo tiene efectos. La labranza convencional afecta las propiedades del suelo, hasta deteriorarlo afectando la producción y la productividad.

Los principales efectos de la labranza convencional son la compactación del terreno; que afecta directamente a la filtración del agua y a la germinación de las semillas, las temperaturas extremas; ya que un suelo con temperaturas muy altas o muy bajas por estar desnudo afecta la germinación de la semilla, lixivización de nutrientes; las lluvias se llevan la materia orgánica y se pierden grandes cantidades de nutrientes, adicionalmente se contaminan los depósitos de agua.

La erosión y desertificación son otros efectos negativos de la labranza convencional, que implica la pérdida de suelo fértil, reducción de su productividad y rentabilidad.

La labranza convencional tiene periodos en donde aumenta el rendimiento del suelo, sin embargo, conforme se agota la materia orgánica se reduce el rendimiento y se incrementa el uso de fertilizantes para contrarrestar este fenómeno. Esto, puede crecer momentáneamente los rendimientos sin embargo, los costos de producción por aumento de los costos de los insumos se incrementan y las utilidades tienden a reducir.

Para los pequeños productores de labranza convencional el incremento en los costos de producción y la reducción del rendimiento finalmente se vuelven incosteables por lo que pueden incluso abandonar su actividad.

La erosión del suelo a partir de labranza convencional ha obligado a buscar alternativas y revertir el proceso de degradación de la tierra. La labranza de conservación es una alternativa.

La labranza de conservación es un sistema agrícola que se basa en la incorporación de residuos a la parcela, escaso o nulo laboreo del suelo; la finalidad es la reducción del deterioro en las áreas de cultivo.

El mantillo es un elemento importante para el éxito del sistema ya que éste protege y reduce la pérdida del suelo, incrementa la retención de la humedad y de la materia orgánica.

La reducción de las labores en la parcela es también importante, ya que el suelo permanece casi intacto y se reducen problemas de compactación, por el uso intensivo de maquinaria, los terrones en las parcelas, pulverización y pérdida de materia orgánica.

En la labranza de conservación hay un cambio muy importante de energía mecánica a energía química ya que el empleo de herbicidas es fundamental para el control de malezas y plagas, un uso adecuado de los herbicidas reduce las plagas y el daño a las raíces de las plantas.

Existen diferentes modalidades de labranza de conservación: la labranza mínima, que reduce el número de movimientos con maquinaria agrícola; labranza cero, en el que se deja de trabajar en la parcela y solo se abre un pequeño orificio con sembradora especializada para la semilla; labranza en franjas en donde se labora un tercio de la tierra con arados rotatorios y hay control de malezas con herbicidas y escardas.

Los principales efectos de usar labranza de conservación son:

Se reducen las actividades de preparación del suelo, la mano de obra y los costos por uso de maquinaria.

Se reducen los costos de producción por hectárea pese a que se incrementan los costos por aplicación de herbicidas.

Los productores incrementan sus ingresos al aumentar su competitividad y rendimientos por reducción de costos de producción.

Se estima que la mano de obra se reduce entre 50 y 60% por hectárea cultivada. La reducción de la energía mecánica se reduce entre 10 y 30% por hectárea.

Con labranza de conservación se incrementa la humedad del suelo, pues se retiene mayor cantidad de agua gracias al mantillo que lo cubre, éste mismo aumenta la cantidad de materia orgánica que no se pierde por erosión hídrica y/o eólica y lleva a un suelo más fértil. Se reduce hasta en 90% la pérdida de suelo por escurrimiento y los sedimentos arrastrados después de una lluvia disminuyen casi en su totalidad. Se minimiza la contaminación de agua y se dejan de perder en promedio 5 toneladas al año de suelo en lugares en donde se aplica la labranza de conservación.

Los beneficios que existen de la labranza de conservación sobre la convencional son:

Reducción de costos de producción

Conservación de suelos

Incremento del ingreso de los productores

La agricultura sustentable es aquella que fomenta la conservación del medio ambiente y de los recursos, provee las bases necesarias, es económicamente rentable mejora la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad; en general en el mediano y largo plazo es constante y permanente; se adapta a los cambios tiene estabilidad y flexibilidad a modificaciones.

Debe ser estable, es decir; mantener los beneficios que genera sin que estos reduzcan con el tiempo. Debe de ser capaz de tornar al equilibrio si se presentan perturbaciones. Debe de generar un nivel de productividad requerido. Debe de ser adaptable y equitativo.

Podemos decir que la labranza de conservación es una agricultura sustentable ya que genera un alto nivel de productividad y usa eficientemente los recursos económicos y naturales.

Proporciona una producción confiable y estable debido a que se adapta a perturbaciones en el tiempo tales como sequías, heladas o cambios de cultivo, por ejemplo de maíz a sorgo.

La labranza de conservación es flexible ya que es posible adaptarla a las condiciones económicas del entorno y a los procesos de capacitación y aprendizaje; además es equitativa con las generaciones presentes y futuras ya que los beneficios ambientales y productivos de aplicarla son para los productores que hoy usan labranza de conservación y para quienes lo hagan en el futuro. Por otra parte, la labranza fomenta las relaciones de cooperación, organización y autogestión entre los productores que la aplican ya que la auto capacitación ha sido la forma como se ha extendido este sistema.

En la investigación los ejemplos que se tomaron en cuenta, fueron en particular Paraguay y Brasil, países que tienen un alto índice de degradación y donde el sistema los ha beneficiado, en Brasil se fabricaron las primeras máquinas, en las cuales se ahorran un 66% con respecto a la labranza convencional y en mano de obra un 25%. El éxito en estos países se debe a la disposición que han mostrado los productores a capacitarse y a cambiar de mentalidad en diferentes condiciones agroecológicas y socioeconómicas, además de que cuentan con gran variedad de herbicidas a bajos costos; maquinaria adecuada y a precios razonables. Además cuentan con crédito y rápida recuperación financiera. De hecho en muchas ocasiones están dispuestos a pagar un costo mayor para iniciar el proceso, pues tienen seguro el retorno económico además las tasas de interés para sus créditos son accesibles.

Por lo que respecta a México desde hace aproximadamente treinta años, se han realizado pruebas de labranza de conservación. Una de las primeras instituciones ocupadas en el tema fué el Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) en donde se capacitaban algunos técnicos; esto en 1975, una década después en el país ya existían distribuidos en toda la república técnicos especializados que demostraban y promovían el sistema, algunas regiones en donde se empezó a tener buenos resultados fue en la zona de La Huasteca y la región de Tulancingo, Hgo; los que fueron tomados con escepticismo por los productores.

Estados como Veracruz y Chiapas son algunos ejemplos con buenos resultados al usar labranza de conservación ya que en estas dos regiones mantenían un alto índice de erosión.

Con labranza convencional se pierde en promedio 40 Kg. de suelo fértil por cada Kg. de maíz producido en cambio con labranza de conservación sólo se pierde 0.27 kg de suelo.

Sin embargo, la gravedad del problema no se ve a corto plazo porque la erosión no se traduce de inmediato en la productividad debido al uso intensivo de fertilizantes y condiciones de humedad favorables.

En los estados de Jalisco y Querétaro que son el motivo de nuestra investigación se encontró que los productores han incrementado su nivel de ingresos y han visto reducida la erosión de sus parcelas después de haber cambiado a labranza de conservación.

Es importante considerar que para que haya sido aceptado y asimilado este sistema por los productores fue necesario capacitarlos previamente, ya que sin capacitación tendrían alto riesgo de tener mala cosecha y en algunos casos es motivo para regresar al sistema de labranza convencional.

Pese a que existen programas de SAGARPA y FIRA para fomentar la aplicación del sistema, existe resistencia al cambio, y se debe principalmente a que los productores son personas de edad avanzada.

Sin embargo, las expectativas de crecimiento son alentadoras, ya que en los últimos años ha comenzado a crecer el interés entre las instituciones de investigación, gobierno y productores; además que se puede encontrar actualmente manuales y cursos de capacitación sin costo alguno así como apoyos por parte de SAGARPA o facilidades de crédito por parte de FIRA para quienes apliquen el sistema.

En el caso de Jalisco las parcelas son de temporal, los productores fueron organizados y capacitados por expertos de FIRA y se establecieron parcelas piloto en donde se comprobaron buenos resultados, elaboraron su propio abono orgánico (abonasa) los beneficios que obtuvieron fueron el incremento de la retención de humedad, y los niveles de minerales necesarios del suelo, encontramos que los productores consideran fundamental la difusión. La reducción de los costos de producción al cambiar de labranza convencional a labranza de conservación fue de 51%, así como las actividades productivas ya que se suprimieron el barbecho, rastra, cruza y surcado. El costo de producción por aplicación de herbicidas e insecticidas fue menor cuando aplicaron labranza de conservación gracias a los conocimientos previos de control de malezas y plagas que tenían.

Con la labranza de conservación en Jalisco el rendimiento incrementó en un 20%. Se comprobó la viabilidad de este sistema en la producción de granos básicos con el fin de reducir costos y aumentar la fertilidad del suelo mediante la incorporación de residuos orgánicos de la cosecha anterior. En el siguiente cuadro se ofrecen algunos elementos que comparados establecen diferencias entre un sistema y otro.

CIFRAS DE JALISCO
(CUADRO COMPARATIVO)

	Labranza Convencional	Labranza de conservación
Costo de producción \$/ha	9,545	5,500
Rendimiento ton /ha	7	10
Precio de venta \$/ton	1,350	1,350
Ingreso \$/ha	9,450	13,500
Utilidad \$	-95	8,000

Las cifras del cuadro anterior nos muestran las bondades del sistema de conservación en relación al convencional, cabe señalar que las parcelas generalmente son de cuatro hectáreas por lo que los resultados anteriores se cuadruplican.

La capacitación con técnicos de SAGARPA les ha permitido incrementar sus conocimientos sobre el sistema, en manejo de herbicidas, control de plagas, uso de fertilizantes, aplicación adecuada de semillas y uso de suelo. Es importante mencionar que la capacitación que reciben es gratuita hasta hoy día y que incluso pueden ser incorporados al Padrón de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria de SAGARPA (ACERCA)

Se puede concluir que los principales motivos de los productores para cambiar de sistema agrícola fueron:

- ?? La reducción de costos de producción
- ?? La calidad del suelo mejoró reteniendo el agua
- ?? Apoyos económicos
- ?? Mayores ingresos

- ?? Mayor rentabilidad
- ?? Mejorar el nivel de vida de los productores
- ?? Capacitación.

Las experiencias en labranza de conservación en Jalisco y Querétaro incrementaron la rentabilidad financiera en la producción de maíz con pequeños productores, y redujeron la erosión que era elevada en las parcelas y que significaba otro problema.

La labranza de conservación representó para los pequeños productores de maíz una alternativa para revertir los problemas en la producción de maíz y mejorar su nivel de ingresos.

En Querétaro se estudió a pequeños productores propietarios de parcelas con ingresos mensuales aproximados a 1254 \$/ha, quienes adoptaron el sistema de labranza de conservación, tenían parcelas entre 4 y 8 hectáreas. Al finalizar un periodo de tres años de trabajo de un grupo, encontramos que tenían los siguientes resultados:

Reducción de los costos de producción por hectárea de maíz en 34% al cambiar de labranza convencional a labranza de conservación.

El rendimiento por hectárea creció 75% pasando de cuatro toneladas en labranza convencional a 10 toneladas en labranza de conservación.

Los productores de Querétaro confirmaron que la labranza de conservación incrementó sus ingresos en 55% y redujo sus niveles de erosión.

CIFRAS DE QUERÉTARO
(CUADRO COMPARATIVO)

	Labranza Convencional	Labranza de Conservación
Costo de producción \$/ha	12,500	9,300
Rendimiento ton /ha	4	10
Precio de venta \$/ha	1,350	1,350
Ingreso \$/ha	5,400	13,500
Utilidad \$	-7,100	5,500

En todos los casos entrevistados con los cuestionarios los productores están convencidos de las ventajas del sistema ya que han incrementado sus ingresos hasta en 50%.

El estado de fertilidad de sus parcelas ha mejorado, se incrementó la humedad y se redujo la compactación del suelo. Con lo cual queda demostrada ampliamente la hipótesis.

Adicionalmente los productores han desarrollado nuevas formas de cooperación y comunicación en su comunidad ya que se organizan para tener acceso a capacitación, financiamiento o para comercializar su maíz. Incluso han empezado a diversificar sus actividades. Ninguno de los productores ya organizados ha pensado en regresar a labranza convencional.

RECOMENDACIONES

La experiencia de Jalisco y Querétaro ha mostrado que pese a los beneficios de la labranza de conservación existe una resistencia de los productores a adoptar el sistema; principalmente es la negación al cambio de ideología, debido a las costumbres arraigadas a su manera de ser y vivir, por lo que es difícil desprenderse, pues ellos viven con el temor a ver sus rendimientos reducidos.

Por lo anterior consideramos que solamente podrán incorporarse a las filas de productores que usan labranza de conservación, por convencimiento por lo tanto es recomendable la difusión y demostración de productor a productor de los casos exitosos ya que consideramos que si un agricultor con costumbres y actividades similares es quien les demuestra las características del sistema, podrían adoptarlo con mayor facilidad, la difusión sería la principal vía de información y conocimiento de éste método para reducir el escepticismo a las ventajas que trae consigo la labranza de conservación de la convencional. Además de que solo se convencerán al ver buenos resultados en su tierra sin deterioro en el suelo pese a factores como erosión y uso de fertilizantes siempre presentes.

Jalisco y Querétaro son ejemplos de casos exitosos con labranza de conservación en México con pequeños productores. Sin embargo, consideramos que la participación del Gobierno, con programas de apoyo y fomento al campo con la finalidad de aumentar el número de productores que lo aplican es indispensable, ya que los productores de maíz cuentan con recursos limitados para que por sí solos puedan poner en marcha sistemas agrícolas nuevos y la experiencia muestra que buena parte de los productores son susceptibles al cambio si les representa mayores ingresos.

En consecuencia la proliferación del crecimiento de parcelas con labranza de conservación tiene que estar en base a los programas del gobierno; por lo que es recomendable que este sea el principal promotor mediante la aportación de recursos económicos en condiciones muy atractivas y a veces a fondo perdido. El gobierno podría participar puesto que cuenta con la infraestructura y los recursos financieros que puede aportar para el desarrollo

tecnológico del campo, pese a que en el corto plazo sean recursos que no recuperen, pero que en el mediano y largo plazo generen un mejor nivel de vida de los productores que apliquen labranza de conservación.

Por otra parte, la capacitación a los productores en el sistema es absolutamente necesaria además de proporcionarles información técnica, financiera, ecológica y social debido a que carecen de ésta e impide que los productores conozcan y adopten el sistema.

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN, SUS EFECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LOS ESTADOS DE JALISCO Y QUERÉTARO

1 Labranza convencional y labranza de conservación

1 Labranza convencional

El sistema tradicional o convencional es el sistema dominante en México; en donde interviene principalmente utilización de implementos de tiro animal o tiro mecánico, sin dejar a un lado el sistema manual.

1.1 ¿Qué es la labranza convencional?

Es la manipulación mecánica del suelo. Es la secuencia de operaciones llevadas a cabo para producir un cultivo.

La labranza convencional o también llamada tradicional se puede definir como la manipulación química, física o biológica de los suelos para optimizar la germinación y emergencia de la semilla y la plántula.

Es la combinación de la labranza primaria y secundaria entendiendo por:

La labranza primaria, aquella que consiste en abrir por primera vez el suelo, ya sea que se realice con posterioridad a la cosecha del cultivo anterior o para preparar las tierras para la siembra. Los arados comunes para esta labor son los de rejas, discos, rastra y de cinceles. Es una tarea pesada por lo que se realiza con los diferentes tipos de arados, y entendiendo por:

Labranza secundaria la que incluye todas las labores de refinamiento y nivelación de la preparación del terreno para la siembra; su objetivo es mantener el suelo limpio de

malezas y plagas en ésta se emplean diferentes tipos de rastras de discos, de dientes, rolos, desterronadores y cinceles¹

El arado se ha considerado como la herramienta primaria de la labranza, que posteriormente ha sido definida como la manipulación mecánica del suelo, lo que hace de un sistema de labranza una secuencia de operaciones y manipulaciones del suelo llevadas a cabo para producir un cultivo. Hoy día esta definición empieza a considerarse inadecuada ya que se sabe que el manejo de los residuos, afecta tanto a la erosión del suelo, fertilidad, escorrentía e infiltración como a la producción del propio cultivo.

Las razones que se han dado para justificar el movimiento del suelo son:

- ☞ Control de maleza
- ☞ Incorporación de residuos
- ☞ Aireación del suelo
- ☞ Preparación de la cama de semilla
- ☞ Control de insectos
- ☞ Mejoramiento de condiciones físicas del suelo
- ☞ Reducción de la erosión del suelo
- ☞ Incorporación de fertilizantes
- ☞ Eliminación del piso de arado

Actualmente, la labranza convencional se entiende como un sistema altamente agresivo en el cual se utilizan herramientas convencionales frecuentemente en un número excesivo de pasadas sobre el suelo como consecuencia de la mecanización de la agricultura.²

¹ INTA-FAO, "Manual de sistemas de labranza para América Latina", Boletín de suelos de FAO, Roma, núm 66, 1992, p. 25

² Ibidem., p. 27

1.2 Como funciona la labranza convencional.

El universo de estos sistemas es amplio, sin embargo, las labores realizadas comúnmente son: arado o barbecho, dos pasadas de rastra de discos, siembra surcado y uno o dos cultivos o escardas.

La introducción de los tractores y equipos de labranza de mayor tamaño, peso y tecnificación, acortó los tiempos de laboreo, permitiendo no sólo extender la frontera agrícola, sino también elevar la frecuencia en el uso de herramientas.

El procedimiento general es el siguiente:

Se emplea el método roza-tumba-quema el cual consiste en tirar, juntar la vegetación y quema de la misma.

El sistema roza-tumba-quema, característico del sistema de labranza convencional, se basa en el cultivo durante dos o más años consecutivos de áreas desmontadas y quemadas que se dejan posteriormente en barbecho (desnudo). La quema establece las condiciones óptimas para la siembra de la milpa por medio del palo sembrador y los deshierbes efectuados mediante el chapeo, que consiste en el recorte de retoños, hierbas y rebrotes dejando la materia orgánica sobre el suelo, manteniendo el cultivo libre de malezas.



Posteriormente se hace un barbecho, rastreo y surcado. La labranza convencional puede efectuarse con equipo motorizado o de tracción animal. Se reduce generalmente al uso de arado para las operaciones de preparación del suelo y control de malezas. En este sistema por lo general se aplican escardas para controlar las malezas. La fertilización se aplica en la siembra y en la escarda. Las malezas que quedan arriba del surco y las que aparezcan después de la segunda escarda se combaten con herbicidas.

En la labranza convencional el suelo se rompe con una serie de instrumentos diseñados para producir fragmentos de tierra o bien terrones de diversos tamaños. Esta preparación del suelo se complementa con operaciones de labranza secundaria para pulverizar, empacar y homogeneizar la superficie del suelo formando la cama en donde se sembrará la semilla.

Se disturba el suelo (es decir se levanta la capa superficial del suelo) mediante el arado por los menos en los primeros 25 cm, enseguida se prepara la cama para la semilla con discos, picos, empacadoras (operaciones secundarias)

Descripción de las labores en el sistema convencional o tradicional:

Arada o barbecho.

2 pasadas de rastra de discos

Siembra

1-2 cultivos o escardas

Cuadro 1
Labores culturales en el sistema de labranza Convencional

<i>Barbecho.</i>	Esta labor debe hacer de 25 a 30 centímetros de profundidad, sirve para aflojar el terreno, incorporar restos de rastrojos, destruye algunas plagas del suelo y malas hierbas, la finalidad es la penetración del agua y la aireación del suelo, sin embargo, “no siempre asegura que la misma sea aprovechada íntegramente por las plantas” ³
<i>Rastro.</i>	Esta labor realiza con discos a 15 centímetros de profundidad. Después del barbecho, dando los pasos de rastra necesarios para destruir los terrones (grumos), procurando de por lo menos 10 centímetros de tierra suelta (piso de siembra), con el fin de asegurar buena distribución y germinación de la semilla.
<i>Siembra</i>	Incorporación de la semilla en la cama de siembra (1 o 2 cultivos o escardas)

El uso de animales como fuerza de tracción reduce el requerimiento de trabajo manual de pequeños agricultores, sin embargo, representan costos de manutención y de los requerimientos alimenticios y agua. En el caso de usar tractores, estos permiten preparar y cultivar superficies más extensas en un menor tiempo cuando las condiciones son las más favorables y con el mínimo de requerimiento de trabajo manual. El uso de tractores lleva a una explotación más intensiva del suelo, que puede generar efectos productivos y ambientales negativos para el suelo y el productor.

1.3. Efectos del uso de la labranza convencional.

Todo sistema de labranza que contribuya a disminuir constantemente las cantidades de materia orgánica del suelo, no es sustentable y tiene como consecuencia el empobrecimiento del suelo y del hombre.

La preparación repetida e intensiva del suelo, provoca el escape rápido del carbono del suelo en forma de gas (dióxido de carbono) a la atmósfera. Esto resulta en emisiones inaceptables de CO₂ a la atmósfera y en vez de que el carbono sea depositado en el

³ Ibidem., p. 101

suelo mejorando su productividad, la labranza contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global del planeta.

En éste sistema al dejar al descubierto el suelo, las fuertes lluvias y vientos, dan como resultado erosión hídrica y eólica y pérdidas de suelo mayores que su regeneración natural. Esto ocasiona la pérdida de nutrientes y materia orgánica que favorece el aumento excesivo de su temperatura, provocando efectos negativos sobre el crecimiento de las raíces, la flora, la fauna, humedad del suelo, llevando a una disminución del rendimiento de los cultivos a través del tiempo.

1.3.1 Efectos económicos y productivos

En un primer momento, la labranza convencional permite la aeración y mineralización de las tierras vírgenes ricas en materia orgánica. Debido a esto, el rendimiento es proporcional a la labranza, por lo que se piensa equivocadamente que dicho sistema aumenta la fertilidad de la tierra. No obstante ha quedado de manifiesto, que bajo el sistema de labranza convencional, el suelo esta desnudo y expuesto directamente a los agentes ambientales.

La lluvia es uno de ellos, las gotas de lluvia ejercen fuerte presión sobre el suelo, así como arrastran a su paso nutrientes y minerales (sedimentos) que van a depositarse en corrientes de agua externas e internas. El arrastre de la lluvia tiene dos efectos, por un lado empobrece el suelo y a los productores y por otro contamina depósitos de agua, elevando el costo por tratar el agua.

La degradación del suelo tiene como consecuencia no solamente que áreas agrícolas tengan que salir del proceso productivo, sino que es necesario invertir cada vez más para mantener los niveles de producción.

La labranza intensiva reduce la materia orgánica, y la función fertilizante de esta última sobre el suelo, en la mayoría de los casos la fertilización manual reestructura los suelos temporalmente, sin embargo, no dura mucho y requiere mayores dosis de labranza; de tal forma que con los años y ciclos agrícolas el problema termina agravándose.

La materia orgánica tiene un papel preponderante como termómetro de la fertilidad de un suelo. Un suelo con niveles altos de materia orgánica producirá rendimientos mucho mayores que el mismo suelo con cantidades bajas de este elemento.

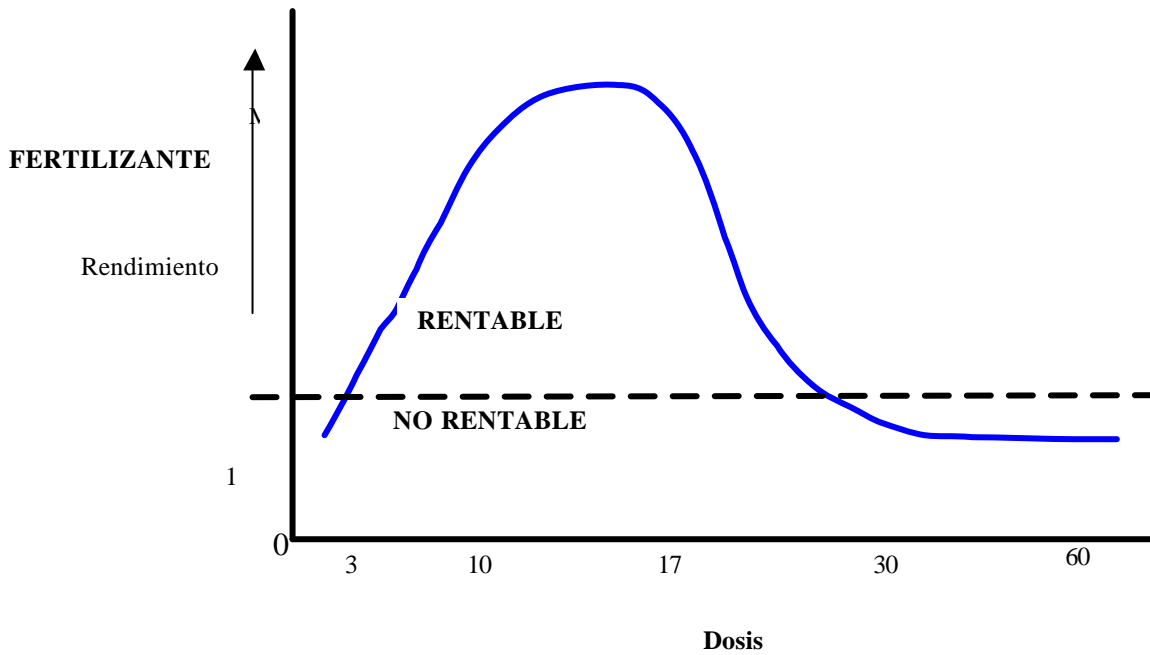
La preparación del suelo tiene como consecuencia la rápida mineralización de la materia orgánica de la reserva del suelo, liberando nitrógeno que queda a disposición de las plantas. Esto puede llevar durante pocos años a un aumento del rendimiento de los cultivos. Sin embargo, si se realiza la preparación del suelo en condiciones favorables para la mineralización de la materia orgánica (calor, humedad, buena aireación), y se deja en barbecho (desnudo), se pierden valiosas reservas de nitrógeno por lixiviación (lavado a capas profundas), sin que los cultivos puedan utilizarlas.

Cuando los rendimientos por hectárea disminuyen, la respuesta de los agricultores es el uso de fertilizantes en la siembra para incrementar los rendimientos pero esto tiene dos efectos en la producción:

En el corto plazo el rendimiento por hectárea incrementa, sin embargo al continuar bajo el sistema convencional, el suelo se agota paulatinamente por lo que las dosis de fertilizante van en aumento y los rendimientos en retroceso hasta llegar a niveles de erosión severa del suelo. Por otro lado se tiene que considerar el efecto de estas sustancias sobre el suelo y la semilla. (Véase gráfico 1).

GRÁFICO 1.

Efecto del uso de fertilizantes en el rendimiento bajo el sistema de labranza convencional en el largo plazo



Fuente: Derpsch, Rolf, “Importancia de la siembra directa para obtener la Sustentabilidad de la producción agrícola”, CNSD de AAPRESID, 1997

El uso de fertilizante provoca un incremento en los costos de producción que de acuerdo con las dosis y los costos por hectárea, pueden incrementar los costos de producción por hectárea y que junto con los rendimientos cada vez menores puede llegar a ser para los pequeños productores incosteable cultivar después de que el suelo esta deteriorado y sin descanso.

Bajo un escenario como este las utilidades por productor se ven amenazadas puesto que cada ciclo agrícola tendrá que invertir más en insumos al tiempo que los rendimientos por hectárea se ven disminuidos. En el caso de los productores de granos existen ocasiones que las utilidades que genera su cosecha no superan sus costos de producción.

Bassi dice: *“todo sistema de producción agrícola en el que incurren importantes pérdidas de nutrientes del sistema ya sea por extracción sin reposición (explotación*

agrícola), volatilización (reiteradas quemas) y/o por lavado (barbecho sin cultivo), no es sustentable y tiene por consecuencia el empobrecimiento del suelo y del hombre”⁴.

En términos económicos, los efectos se manifiestan en la baja de los ingresos de las familias que viven de la agricultura, causando el abandono de sus tierras, además de contribuir al incremento de los problemas sociales en donde estas familias se establecen (Véase grafico 2).

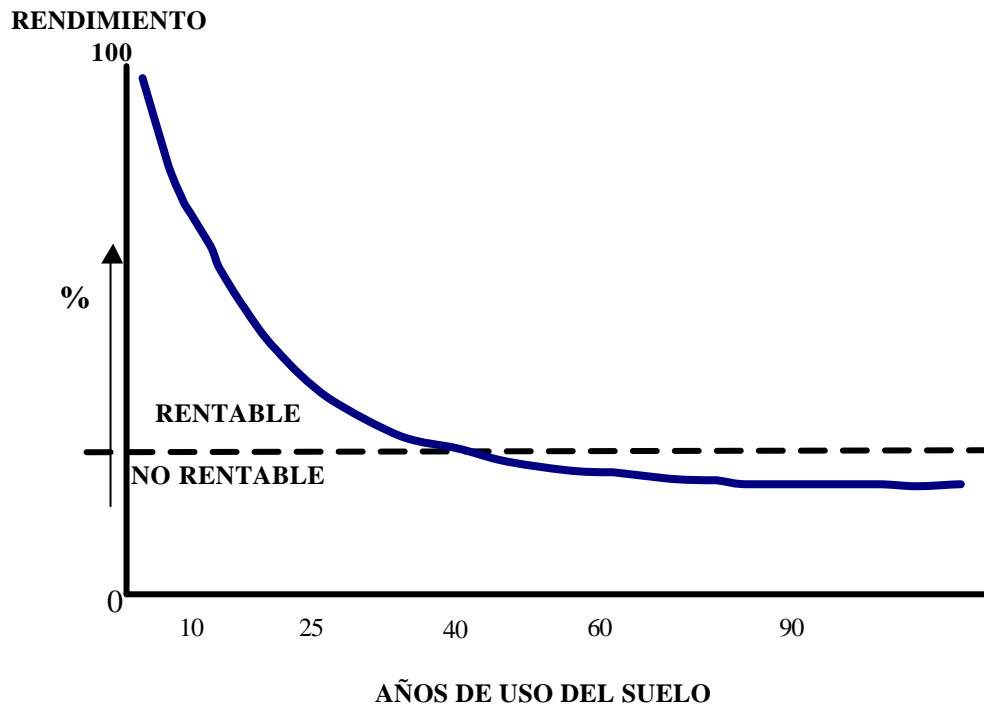
Con la llegada de los tractores, la tendencia fue a incrementar su uso para labrar, ya que los productores creían que entre más fuera labrado el suelo, mayores serían los ingresos obtenidos. La realidad ha mostrado que mayor labranza causa mayor erosión y degradación del suelo, especialmente en áreas secas en donde la superficie del suelo es delgada. El uso de maquinaria debe ser reducida al mínimo posible, el método más deseable es la “labranza de conservación”. Menos labranza es también menores costos de trabajo y producción.⁵



⁴ Bassi, Lauro, “Midiendo los impactos económicos y ambientales del Manejo integrado de las microcuencas en santa Catarina, Brasil, en el periodo: 1988 a1997, Proyecto de manejo de Tierras, Banco Mundial, 1999

⁵ FAO, Conventional tilling severely erodes the soil; new concepts for soil conservation required, 2000

GRÁFICO 2
Degradación del suelo a través del tiempo
en la agricultura convencional



Fuente: Derpsch, Rolf, “ Importancia de la siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola”, CNSD de AAPRESID, 1997

1.3.2 Efectos ambientales

El suelo es la base de la producción de alimentos para la humanidad. Por eso es necesario mantener el suelo en su lugar de origen, de manera que no sea transportado por la escorrentía hacia arroyos, ríos, embalses o hacia el mar. Al mismo tiempo tenemos que asegurarnos que el suelo no sea destruido y que mantenga su capacidad productiva a través del tiempo. En otras palabras tenemos que asegurar la sustentabilidad de la producción agrícola y de la producción de alimentos.

Debido a la gran diversidad de definiciones que han surgido en los últimos años, es necesario definir que se entiende por agricultura sostenible en el contexto de este trabajo. Agricultura sostenible es aquella, que procura establecer una productividad alta del suelo permanentemente, y conservar o restablecer un medio ambiente ecológico equilibrado (Adelhelm y Kotschi, 1985)⁶. Además, sostiene la viabilidad económica y el mejoramiento de la calidad de vida. Expresado en palabras más sencillas, una agricultura sustentable mantiene producciones altas indefinidamente, sin dañar el suelo y el medio ambiente. O sea, se procura mantener y/o mejorar la fertilidad del suelo, de manera que las generaciones futuras puedan obtener producciones iguales o superiores a las que se obtienen actualmente mejorando su calidad de vida. Sin embargo, definiciones de la sustentabilidad que consideran apenas una dimensión (como por ejemplo la fertilidad del suelo), son insuficientes, debiendo siempre estar implícitas las dimensiones de medio ambiente, sociales y económicas (Hailu y Runge- Metzger, 1993).

De acuerdo con Derpsh (1997)⁷, el término sustentable tiene dimensiones agronómicas, medioambientales, sociales, económicas y políticas. No se trata meramente del conjunto de las mejores prácticas de manejo del suelo, o simplemente de la reducción del uso de agroquímicos. Es un sistema específico para cada lugar, que requiere un manejo intensivo y eficiente, que conserva los recursos naturales, y considera aspectos económicos a largo y a corto plazo. En realidad, sustentable se define como siendo para siempre, o sea ambientes agrícolas que están diseñados a promover una regeneración perpetua.

⁶ Derpsh, Rolf “Importancia de la siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola”, en los Anales del V Congreso Nacional de Siembra Directa de AAPRESID, Mar de Plata, 1997

⁷ Ibidem., .p. 68

Es preciso advertir que el suelo es un cuerpo natural complejo y evoluciona como tal, es decir que sus propiedades son cambiantes. Los suelos en su evolución natural tienden al equilibrio, una vez sometidos a cultivos, tienden a buscar un nuevo equilibrio a través de cambios y alteraciones de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.⁸

Al aplicar arados y preparar el suelo, los microorganismos superficiales cuentan con menor oxígeno y sucede lo contrario con las capas más profundas; de esta manera los sucesivos pasajes de herramientas tienden a disminuir la materia orgánica del suelo y a incrementar el encostramiento superficial que reduce también la aireación superficial perjudicando a los microorganismos. La labranza excesiva como es el caso de la rastra de discos, es una de las herramientas responsables de la disminución de la materia.

A fin de entender como la labranza afecta las condiciones del suelo, se han considerado como principales indicadores los siguientes:

Condiciones físicas del suelo

Existen evidencias de que el uso de la labranza convencional tiende a incrementar paulatinamente la densidad y la compactación de los suelos “*requiriendo éstos cada vez más y más labranza*”. Se ha comprobado que la compactación del suelo se reduce a medida que se reduce la labranza sobre el suelo. De acuerdo con Figueroa⁹, en investigaciones realizadas en diferentes tipos de suelos en México, se llegó a la conclusión de que los suelos con más niveles de compactación fueron los sometidos a labranza convencional. (*Figueroa, 1993*).

⁸ FAO lo describe de la siguiente manera: Si se concibe al suelo como un ecosistema, “... una unidad de función con organismos y ambientes que se influyen mutuamente”, se comprenderá por qué la corrupción de las labranzas, genera profundas modificaciones que alterna su equilibrio y en la mayoría de los casos, aceleran su degradación. FAO, Ob.cit., 143

⁹ Figueroa Sandoval, "Manual de producción de cultivos con labranza de conservación", ACH-CP, p. 29, 1993

Los arados desmoronan los grumos de tierra sobre los cuales trabajan dejando la superficie expuesta a los efectos deteriorantes de las altas temperaturas y de la lluvia.

Con el paso de los años, el uso de herramientas (rejas, vertederas, discos, rastra) tiende a generar problemas como:

- ☞☞ Formación de planchados y costras
- ☞☞ Compactación general de la capa arable
- ☞☞ Formación de pisos de arados
- ☞☞ Mayor susceptibilidad a la erosión tanto hídrica como eólica
- ☞☞ Menor infiltración del agua de lluvia
- ☞☞ Disminución del intercambio gaseoso
- ☞☞ Problemas de la germinación en los cultivos
- ☞☞ Dificultades en el desarrollo radicular

Control de la maleza

Si bien es cierto que algunos implementos como el arado, rastra, cultivadora, al ser utilizados destruyen la maleza existente en ese momento, también es cierto que prácticamente exponen al sol las semillas de malezas que fueron incorporadas en años anteriores e incorporan las nuevas semillas de malas hierbas que se encuentran en la superficie del suelo, lo cual provoca en el sistema de labranza convencional perpetuar la maleza dentro del campo de cultivo.

“las semillas de maleza de hoja angosta pueden durar en el suelo inactivas hasta 15 años, mientras que las leguminosas y otras de hoja ancha pueden permanecer hasta 60 años en el suelo sin perder su poder germinativo”, (González, R, 1990)¹⁰

¹⁰ Ibidem., p. 5

Preparación de la cama de siembra

Se considera a la cama de siembra como la capa de suelo que ha sido laboreada en una condición que promueva la germinación, la emergencia y el crecimiento de las plantas. Se logra a través de la labranza y dado a que ésta altera la distribución del tamaño de agregados (terrones), afecta también las propiedades mecánicas y físicas del suelo. La estructura del suelo que gobierna las relaciones suelo-planta-agua, puede modificarse por medio de la labranza y el cultivo e incluso, puede deteriorarse rápidamente con repercusiones negativas para la producción y la productividad, por lo tanto el cuidado que se le da a la estructura del suelo está ligado al posible éxito de la producción.

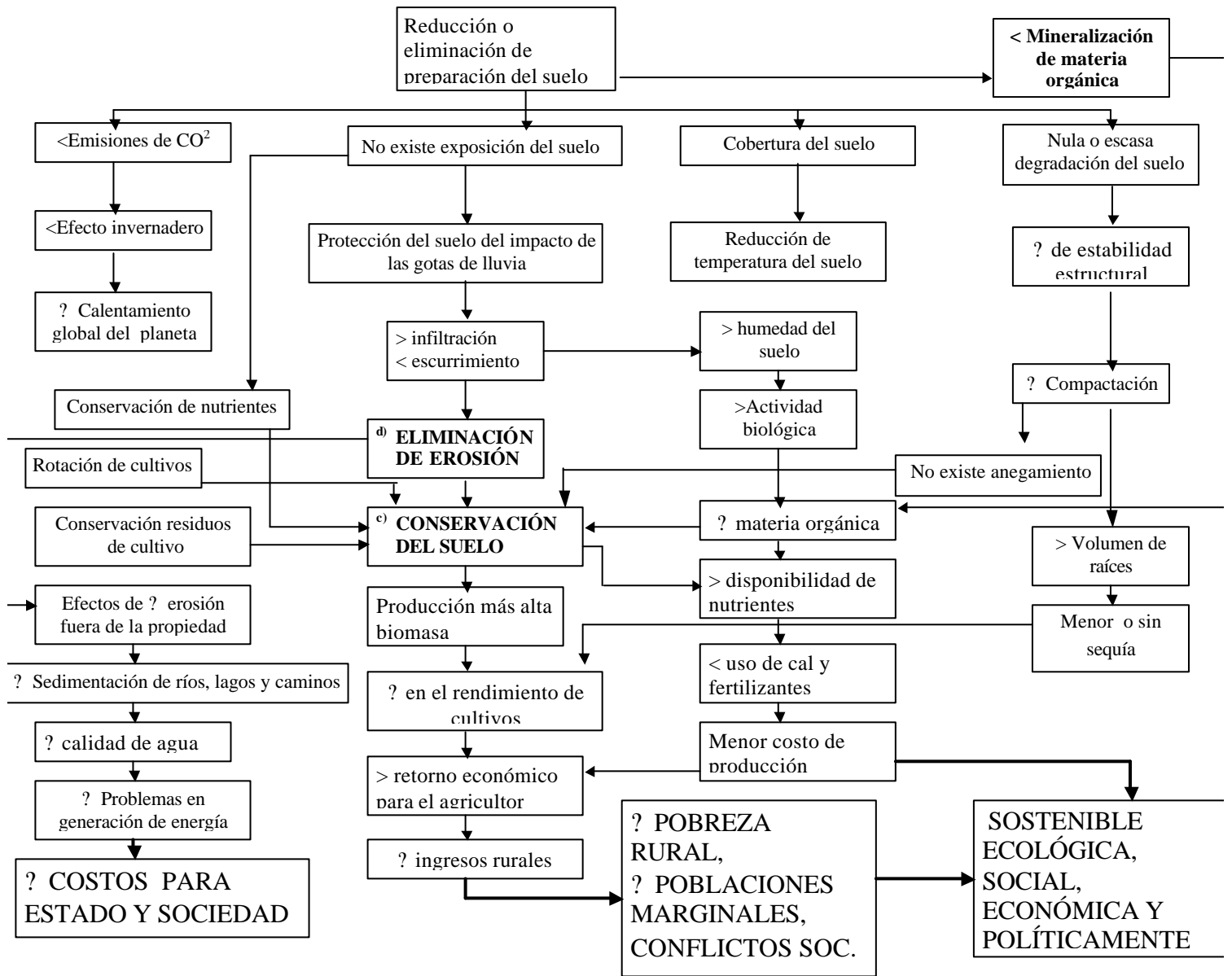
Un suelo suelto mas o menos bien mullido, da lugar a una buena cama de siembra, sin embargo, cuando el suelo queda demasiado pulverizado por el paso continuo de implementos; que es en el caso de la labranza convencional, queda expuesto a la erosión hídrica y eólica; además fácilmente forma costra con la lluvia, impidiendo con eso que brote la semilla. Por otra parte, cuando los suelos no son bien preparados, con los implementos de labranza primaria, el grumo o terrón es abundante, dando lugar a un exceso de aire en el suelo y por b mismo deficiencia de humedad que impide en ocasiones la germinación de la semilla.

Compactación de suelos

Las principales herramientas usadas son rastra de discos, rastra de dientes, rolo desterronador y vibrocultivador, en todos los casos la alta frecuencia en el uso de estos, generan la compactación y el encostramiento del suelo.

La compactación del suelo afecta directamente el tamaño de los poros del suelo y la infiltración de agua y aire a las capas más profundas del suelo. Es decir, la humedad y secado del suelo es mayor cuanto menos este compactado el suelo a cultivar (*Véase diagrama 1*).

DIAGRAMA I



Efectos de la Labranza sobre la temperatura del suelo.

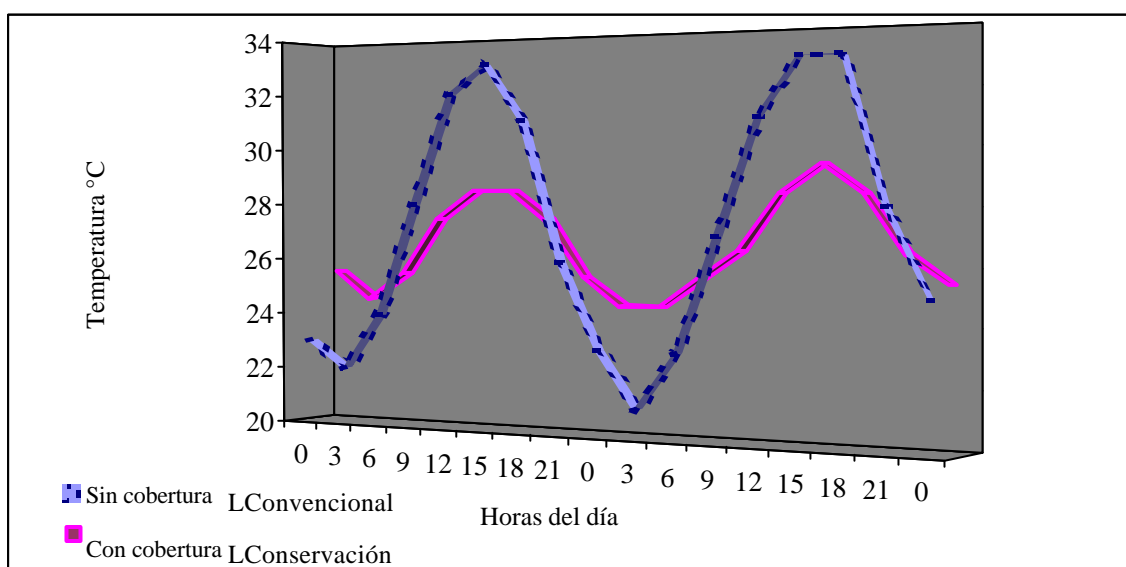
Los sistemas de labranza tienen efecto directo sobre la temperatura del suelo, debido a que al dejar diferentes cantidades de residuos sobre la superficie del mismo, afectan sobre las condiciones físicas del suelo tales como la porosidad y la humedad retenida por éste.

La diferencia en temperatura se debe, al efecto de la cobertura sobre la incidencia de los rayos del sol y la humedad del suelo. (Ramírez, 1982) De acuerdo a las experiencias, las altas temperaturas del suelo afectan la germinación por lo que bajo la labranza convencional los riesgos de que afecten a la semilla son mayores.

En general, durante los periodos de incremento de la temperatura del suelo, éste es más caliente cerca de la superficie cuando esta laboreado y más frío cuando permanece sin laborear. Durante los periodos de disminución de la temperatura sucede lo contrario (Véase gráfico 3).

GRÁFICO 3

Efectos de la cobertura de residuos en las fluctuaciones de temperatura



FUENTE: Elaboración propia con datos de Figueroa Sandoval, "Manual de producción de cultivos con labranza de conservación", ACH-CP, p. 29, 1992

Incorporación de fertilizantes

La utilización de implementos mecánicos facilita en el sistema de laboreo convencional, la incorporación de fertilizantes con buenos resultados en algunos casos; sin embargo, cuando se realizan las escardas se saca mucha humedad lastimando las raicillas de las plantas. Al aplicar fertilizante, y estar éste en contacto con las raíces, puede llegar a quemarlas.

La agricultura convencional no reúne los requisitos necesarios para una agricultura sostenible y es necesario cambiar el modelo agrícola para evitar los daños que están ocurriendo al medio ambiente. Debemos tener claro que el suelo es un recurso natural no renovable a corto plazo se encuentra disponible solo en cantidades limitadas. Sin suelo no pueden existir las plantas, animales inclusive el hombre. Es por eso imprescindible dejar el suelo en su lugar de origen.

1.3.3. Erosión y desertificación.

Erosión

La preparación convencional del suelo, deja la superficie del suelo desnuda, es una de las principales causas para que se produzca la erosión en áreas agrícolas.

La erosión es un problema físico que implica remover, transportar y depositar las partículas del suelo por agentes del intemperismo (agua, viento y agentes biológicos). Es el principal problema que causa la pérdida de suelo fértil; afectando la productividad y rentabilidad de los recursos; además de que genera problemas de azolvamiento de sedimentos en áreas de cultivo de zonas planas y en obras de almacenamiento para riego.

La erosión es un proceso irreversible cuya solución consiste en la atenuación del fenómeno mediante el manejo del suelo y la vegetación adecuada, obras de conservación para reducir las pérdidas de suelo a las permisibles y aumentar su nivel de productividad al máximo.

Los dos principales agentes erosivos son el viento y la lluvia, particularmente cuando el suelo se encuentra descubierto, suelto y suavizado. La intensidad de cada uno de éstos agentes varía dependiendo de las combinaciones del clima, topografía y tipo de suelo que tiene el país. En las zonas áridas predominan las condiciones favorables para el proceso de la erosión eólica (suelos desnudos, con superficie suave, topografía plana y secos durante la época de vientos fuertes) que han llegado a producir pérdidas que de acuerdo con Figueroa Sandoval, 1992 de hasta 140 ton/ha al año. La erosión hídrica ocurre en forma más acentuada en las regiones tropicales del país.

La erosión involucra dos subprocesos principalmente:

- a) Desprendimiento de las partículas y agregados de la masa del suelo por acción de la lluvia.
- b) Transporte de las partículas desprendidas desde su localización original hasta su depósito.

El grado de erosión está relacionado directamente con el número de veces que el suelo se remueve, es por eso que bajo el sistema de labranza convencional la erosión que el suelo alcanza es superior (la estabilidad del suelo es menor) a la que alcanza en el sistema de conservación. Además que en la labranza convencional la infiltración sobre el suelo es más baja. Se debe considerar, que existe también una relación directa entre la intensidad de la lluvia y la erosión; la labranza convencional deja expuesto el suelo a las gotas de lluvia (y la intensidad que tenga) por lo que la pérdida de nutrientes y el escurrimiento de sedimentos se acentúa en el sistema convencional.

Los métodos convencionales de labranza están asociados con el 40% de la erosión del suelo en el ámbito mundial y son la principal causa de la pérdida de suelo fértil y de desertificación en los países en desarrollo, De acuerdo con estimaciones de FAO, se calcula que con la erosión del suelo por efecto de la labranza convencional en los países en desarrollo, se pierden hasta 150 ton de suelo por hectárea anualmente y en el caso de los países desarrollados la degradación del suelo es resultado del “excesivo” uso de la labranza con pesadas maquinas¹¹

¹¹ Se estima que regiones de América Latina y África podrían llegar a ser llanos infértiles, las parcelas hoy todavía cultivables, si los agricultores no cambian sus practicas de labranza, ya que la labranza

La ocurrencia de la erosión del suelo puede ser considerada el factor más importante en relación a la degradación de los suelos. Según Reis (1996), dentro del concepto de sustentabilidad, el primer factor negativo de la productividad, del lucro y el mayor agresor del ambiente es la erosión del suelo. Consecuentemente, la sustentabilidad, solamente será alcanzada por el control total de la erosión. Cuando la agricultura es practicada en suelos con declive y con lluvias de cierta intensidad, la preparación, y la consecuente exposición del suelo desnudo, tiene como resultado la erosión hídrica y en regiones con fuertes vientos la erosión eólica. Las consecuencias más importantes de la preparación del suelo en los trópicos y subtrópicos y que en general influyen en forma preponderante sobre la degradación acelerada de los suelos son la erosión y la pérdida de materia orgánica de los mismos.



convencional con tractores y arados provoca compactación del suelo y degradación biológica y junto con los sistemas de tracción animal pueden erosionar el suelo a niveles no reversibles. FAO, Ob.cit., p. 168

Desertificación

La desertificación es un proceso desencadenado por la actividad “antrópica”. Este proceso ocurre en zonas que normalmente reciben precipitaciones mayores que las propias del desierto ocurre cuando los procesos de uso de la tierra no consideran prácticas agrícolas que permitan conservar los componentes mas valiosos del suelo. Se genera una pérdida masiva de compuestos químicos, materia orgánica y de estructura del suelo con lo cual se deteriora la retención de agua, se reduce la infiltración se acumulan las sales y los sedimentos hasta alcanzar así la degradación total.

La agricultura convencional desencadena la desertificación. Las actividades agrícolas llevadas a cabo sin prácticas de conservación o en intensidades excesivas, son el mecanismo más importante del proceso. “... La introducción de tecnologías inadecuadas o el abuso de prácticas agrícolas en ambientes inestables degrada el ambiente provocando el proceso de desertificación”.¹²

El uso del suelo sin introducción de restricciones conservacionistas modifica el ecosistema incrementándose las pérdidas por escurrimientos superficiales. La cubierta vegetal del suelo incrementa las tasas de infiltración y de retención del agua.

Anteriormente se mencionó, que la preparación repetida del suelo degrada su estructura y con ello la productividad decae hasta niveles insignificantes por lo que el cultivo se debe abandonar.

Los principales efectos de la desertificación se pueden describir de la siguiente manera: Las zonas cercanas a los terrenos desertificados, así como los ríos y lagos sufren procesos de salinización y empantanamientos.

Contaminación química de ríos y lagos resultado de uso de fertilizantes que pueden provocar la muerte de las especies acuáticas y transportar enfermedades virulentas y contagiosas.

¹² Cubero. J; “La agricultura del siglo XXI”, Ediciones Mundi –Prensa, pp 54, 1993

2 Labranza de conservación

A partir de los años 50 se ha empezado a prestar atención a un concepto de laboreo denominado, labranza de conservación, este tipo de labranza es un esquema que se aparta radicalmente de los métodos convencionales de producción de cultivos. No solo es una técnica diferente de cultivo, es un concepto totalmente diferente sobre la siembra y cuidado de los cultivos.

Sabemos que la sustentabilidad agrícola es afectada por una diversidad de factores químicos y biológicos, y que la degradación de los suelos no puede ser atribuida a un solo factor. Sin embargo, esa gran diversidad de factores que actúan sobre la degradación parece cegarnos la vista delante de los más importantes. Analizando los factores de degradación en una escala de valores, los dos que tienen una importancia sobresaliente sobre la degradación son la erosión y la disminución de las cantidades de materia orgánica en el suelo.

La erosión del suelo a partir de la labranza ha obligado a buscar alternativas y revertir el proceso de degradación de la tierra. El acercamiento natural a esto consiste en reducir la labranza. Esto llevó finalmente a movimientos que promueven la conservación o incluso la cero-labranza.

El manejo de los suelos debe asegurar que no produzca daños permanentes, que luego disminuyan su capacidad de producción biológica; ni tampoco su capacidad de proteger el ambiente, una labranza de conservación bien hecha tiene un gran potencial para reducir la erosión que constituye la amenaza más común en contra del medio ambiente.

Sin embargo no se debe olvidar que el uso de herbicidas y otros pesticidas son considerados con preocupación hoy día; y aunque hay excepciones, de manera general, los sistemas de labranza de conservación dependen más del uso de agroquímicos.

La formulación de políticas que tiendan a estimular la adopción de prácticas de labranza conservacionistas que garanticen la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola deben ser precedidas de campañas de concientización de los agricultores sobre sus beneficios potenciales. En muchos casos, para asegurar la adopción de dichas

prácticas se requerirá resolver primero problemas de distribución y tenencia de la tierra, de precios y sistemas de mercadeo, a través de la formulación e implementación de políticas adecuadas. A esto deben agregarse programas de instrucción y asistencia técnica a los agricultores, los cuales muchas veces necesitan ser complementados con subsidios temporales, directos e indirectos.

2.1 Qué es la labranza de conservación?

Como labranza conservacionista se define a todo sistema de preparación del suelo que deja más de 30% de residuos de restos vegetales (rastros) sobre la superficie después de la siembra.

Es definida como la siembra de cultivos en suelo sin preparación previa, mediante la apertura de canales, surcos, o franjas angostas de suficiente anchura y profundidad para obtener una cobertura de semillas apropiada.¹³



¹³ Boletín de FIRA XXIII (222) Banco de México, 1990

Labranza de conservación.- Es cualquier sistema de labranza y siembra que reduce la pérdida de suelo y agua, y que además retiene cantidades protectoras de residuos de cosecha en la superficie, después de la siembra debe de haber por lo menos 30% de la superficie del suelo cubierta por residuos. ¹⁴

A fin de decidir sobre la adopción de un sistema de conservación es necesario tomar en cuenta:

☛ El costo adicional asociado con el equipo agrícola durante el laboreo del suelo en la producción de un cultivo.

☛ La influencia que la labranza excesiva tiene en la erosión del suelo.

☛ La finalidad para realizar cada operación de labranza.



¹⁴INTA –FAO, Ob.cit., p. 185

Los grandes beneficios de la labranza de conservación caen dentro de tres grandes rubros:

- 1.- Conservación del suelo.
- 2.- Ahorro energético
- 3.- Ahorro en tiempo y mano de obra.¹⁵

En la labranza de conservación también se han considerado varias definiciones de las cuales presentamos las siguientes:

☞ Sistema de retención óptima o máxima de residuos en la superficie del suelo y la utilización de herbicidas en que no se efectúe o no se puede efectuar la labranza.

☞ Sistema que consiste en la pasada del arado, cincel o incluso no labranza, que deja un mantillo protector en la superficie del terreno.

☞ Cualquier sistema que reduce la pérdida del suelo o agua, en comparación con la labranza convencional.

☞ Aquellos sistemas en los cuales se deja un residuo vegetal en la superficie o se deja un suelo terronado para protegerlo de la acción del viento y agua.

Labranza de conservación es la siembra de cultivos en suelo preparando de forma reducida o bien sin preparar el suelo mediante la apertura de canales suficientes para la colocación de las semillas, simultáneamente el suelo permanece cubierto por residuos de cosecha que permanecen sin ninguna otra alteración aun después de haber sembrado.¹⁶

¹⁵ Benjamín Figueroa Sandoval. Fco. J. Morales Flores “Manual de producción de cultivos con labranza de conservación “ Colegio de Posgrados UACH-CP 1992

¹⁶ Derpsh, Rolf, “Fronteras en la conservación de cultivos y avances en las practicas de conservación”,

Derpsh argumenta, que la gran mayoría de los suelos pueden recuperarse transformándolos en suelos altamente fértiles aplicando los siguientes principios:

- ☞☞ Maximizar la producción de materia orgánica
- ☞☞ Mantener el suelo cubierto
- ☞☞ Reducir las labores de siembra
- ☞☞ Mantener la biodiversidad
- ☞☞ Emplear herbicidas y abonos orgánicos¹⁷

2.2 Cómo funciona la labranza de conservación?

Las labores en labranza de conservación son mínimas como un rastreo o un cinceleo para efectuar después la siembra; de esta manera los residuos de la cosecha permanecen en forma semincorporada en la superficie del suelo. “Logrando el efecto de conservación y facilitando el trabajo de las sembradoras especializadas o convencionales para la siembra”.¹⁸

El mantillo o cubierta vegetal, debe cubrir el suelo en cuando menos el 30% de la superficie.

Se busca reducir o evitar cualquier disturbio sobre el suelo que modifique la estructura del mismo, así, la preparación del suelo consiste en eliminar la vegetación existente mediante el chapeo o con herbicidas. La siembra se realiza sobre los residuos y enterrando la semilla con coa, espeque o máquina sembradora especial para labranza de conservación, posteriormente durante el desarrollo del cultivo, el suelo permanece intacto sin labranza. La aplicación de fertilizante se realiza en el momento de aplicar la semilla en el fondo del hoyo y las malezas que aparezcan después de la siembra se

¹⁷ Derpsh, Rolf, “Nuevos enfoques (paradigmas) en la producción agrícola”, Proyecto Conservación de suelos MAG_GTZ, DEAG, Paraguay, 2000

¹⁸ González, Rodríguez Luis, “Labranza de conservación una alternativa para aumentar la producción y productividad del agro mexicano” en *Boletín de FIRA*, Banco de México, Num XXIII (222), 1990

controlan con herbicidas (post emergente). Esto es un gran cambio, ya que la energía mecánica y física necesaria para producir se sustituye por la energía química.

Es importante advertir, la importancia de los herbicidas en este sistema, ya que depende de ellos el control de la maleza en la mayoría de los casos, por lo que es necesaria la capacitación de los productores para conocer el tipo de malezas y los herbicidas adecuados a aplicar.

Podemos resumir las características generales del sistema de la siguiente manera:

☛ Después de la cosecha del cultivo anterior, los residuos de éste se conservan sobre la superficie del terreno a sembrar

☛ Siembra de semilla con el mínimo de movimiento del suelo, ya sea manualmente o bien empleando sembradoras especializadas que podrían incluir espeque, cinceleo, disco cortador de residuos de cultivo que abre el suelo y la semilla queda depositada a la profundidad requerida en contacto con el suelo húmedo

☛ Las raíces que existen en la capa arable, así como los huecos de las lombrices, permiten la adecuada penetración del agua y el aire en el suelo

☛ En el caso de aparecer maleza se hace la aplicación de herbicida con la intensidad requerida antes o inmediatamente después de la siembra. El mismo caso es para los insecticidas

☛ La cosecha se realiza en forma convencional, después de la madurez de la planta

Cuadro 2
Operaciones en labranza de conservación

Sistema	Labores	Suelo cubierto con residuos
Labranza de conservación	2 pasadas con rastra de discos o cinceleo Siembra. Con maquina especializada o con espeque Aplicación de herbicida pre y/o post emergente	30-100% o mantillo vivo

Fuente: González Rodríguez, Luis, "Labranza de conservación una alternativa para aumentar la producción y productividad del agro mexicano", en Boletín de FIRA XXIII (222), Banco de México, 1990

2.3 Tipos de labranza de conservación.

Labranza Mínima o Reducida .- Es todo sistema de labranza que disminuye el número de pasos de maquinaria agrícola sin que por ello se afecte la buena germinación de la semilla y de la producción del cultivo. Se refiere solamente a reducir al mínimo la cantidad de labranza para permitir una buena germinación y establecimiento de la planta.

Un agricultor que normalmente hace 10 o 12 pasadas con implementos, en el campo durante todo el ciclo de cultivo, las reduce a 8 o menos pasadas. Su herramienta fundamental sigue siendo el arado de vertedera o si no deja suficiente mantillo en la superficie del suelo, su sistema de labranza seguirá siendo convencional. Puede ser que simplemente reemplace labores de cultivo por aplicación de herbicidas, pero no por ello el sistema es necesariamente de conservación.

Labranza cero o No labranza.- Consiste básicamente en el no movimiento del suelo por medios mecánicos, en propiciar la cobertura del mismo con una capa de residuos vegetales secos que impidan la erosión del suelo y la evaporación del agua; la cobertura inicialmente puede ser solo del 30% al 40% e ir en aumento paulatinamente hasta cubrir la superficie en su totalidad.

No se disturba el suelo, antes de la siembra. La siembra se realiza en una cama de semilla no mayor de 7 cm. de anchura. El control de malezas mediante métodos no mecánicos, principalmente herbicidas.¹⁹

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

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

Labranza de coberteras.- Se laborea la superficie total del suelo antes de la siembra. Se utilizan cinceles con puntas en V del tipo de pata de ganso (cincel de azadas). El control de malezas se logra mediante una combinación de herbicidas y escardas.

¹⁹ Rentabilidad del cultivo de maíz bajo el sistema de labranza de labranza de conservación y convencional en el área de Tulancingo. Edo. Mex.

2.4 Efectos de aplicar labranza de conservación.

2.4.1 Efectos económicos y productivos

A pesar de que los productores son los principales interesados en la conservación de su recurso suelo, ya que constituye su forma de vida y su herencia, las presiones a corto plazo que tienen que enfrentar para la obtención de alimentos y/o ganancias económicas los han llevado a la adopción de esquemas de producción que dañan el suelo. Los incrementos en costos de producción debido a las alzas en combustibles, costo de maquinaria y aumento en las tasas de interés, presionan en gran medida a los productores. Estas presiones son quizás más agudas para los productores de bajos recursos los cuales cuentan con un capital financiero limitado y con muy poca o nula cantidad de equipo agrícola. La labranza de conservación ofrece ahorros considerables en combustible y maquinaria que se deben considerar al planear cambios en las empresas agrícolas.

El incremento de la calidad de vida de los productores asociados a la aplicación de labranza de conservación se refleja en el incremento de ingresos, generado por un incremento de la fertilidad de los suelos y de la productividad de los cultivos por hectárea así como la reducción de costos de producción ya que se reduce el uso de maquinaria y de mano de obra; lo que les permite un mayor y mejor acceso a bienes y servicios.

Entre las decisiones más importantes del productor es el del tiempo y la mano de obra disponible. Estas variables han ocasionado una tendencia a buscar el ahorro en tiempo y la disminución de mano de obra a través del uso de sistemas de cultivo alternativos. Los beneficios de la reducción o eliminación de la labranza representan un costo de oportunidad para el productor que al permitirle el sistema de labranza de conservación eliminar o reducir las operaciones de labranza, se puede proceder a realizar otras operaciones de cultivo. En éste sistema, los productores tienen mejores posibilidades de organización y planeación de sus recursos (naturales, financieros y de trabajo), coordinar sus sistemas de producción, agregar valor a sus recursos y hacer mejor uso de

ellos, logrando disminuir su dependencia, reducir costos y pérdidas e incrementar su productividad, (Bassi, 1999)²⁰

Ahorros en energía y mano de obra utilizada

Los ahorros en la pérdida de suelo, combustibles y mano de obra son los beneficios productivos mas importantes de la labranza de conservación, que se traduce en reducciones en el uso de combustibles, sencillamente porque se evitan pasos del equipo agrícola durante el proceso de producción. La cantidad de combustible ahorrado varía de acuerdo al área geográfica y la explotación. *“La maquinaria y el combustible representan el 50% del uso de combustible fósil del sistema. Cuando se utiliza labranza de conservación, la reducción de la energía utilizada es de aproximadamente 10 al 30% por hectárea”*²¹

La eliminación o reducción de la labranza trae como consecuencia disminución en el tiempo necesario para la producción del cultivo. Figueroa señala, que la labranza de conservación reduce el tiempo y mano de obra para cultivar una hectárea entre 50 y 60%.²²

Los ahorros en tiempo de mano de obra repercuten de forma directa para los productores, dependiendo de actores como demanda de tiempo, aspectos climáticos y estacionales, disponibilidad de mano de obra y aspectos personales.

La eliminación o reducción de la labranza reduce la necesidad de utilizar maquinaria. Este es un beneficio que se ha vuelto muy importante en los últimos años conforme el costo del equipo agrícola se ha incrementado.

Con la branza de conservación se incrementa la humedad y calidad del suelo (física y química), se acumula mayor cantidad de materia orgánica, se reduce la temperatura del suelo. Todos estos elementos generan en conjunto un aumento del rendimiento del

²⁰ Bassi, Lauro, “ Midiendo los impactos económicos y ambientales del manejo integrado de vertiente en Santa Catarina, Brasil 1988-1997”, Brasil, BM, 1999

²¹ Figueroa Sandoval, Benjamín, Ob cit., p. 56.

²² Idem

cultivo por hectárea y menor uso de fertilizantes que por consecuencia reduce los costos de producción por hectárea cultivada.²³

Este sistema, representa ventajas laborales para los productores que se pueden resumir en lo siguiente:

- ☞ Se elimina o reduce la preparación del suelo
- ☞ Se genera una reducción en tiempo y energía gastada
- ☞ Reducción de mano de obra/ hectárea
- ☞ La maquinaria tiene una vida útil mayor
- ☞ Reducción de insumos / hectárea
- ☞ Incremento de rendimientos (que lo hacen más barato)
- ☞ Se requieren tractores de menor potencia; esto permite ahorrar recursos es decir, consumir menor cantidad de energía

Rendimiento del cultivo

Un productor se preocupa de la conservación del suelo a largo plazo, sin embargo, en el corto plazo le preocupa las ganancias de este año, el pago de sus obligaciones financieras; por lo que es poco probable que se arriesgue a adoptar sistemas que no produzcan de manera segura. En un principio, el sistema de labranza de conservación sacrificaba los rendimientos potenciales del productor debido a que no había equipos adecuados, el uso y tipo de herbicidas no eran los más adecuados y el conocimiento sobre el sistema era incipiente. Esto, trajo como consecuencia que se pensara que los sistemas de labranza de conservación producían menos que los sistemas convencionales.

En la actualidad ya no es válido decir que la labranza de conservación produce menos rendimientos que la labranza convencional, más aún es de esperarse mayores rendimientos aún en temporadas de alta sequía por la retención de humedad que tiene el sistema.²⁴

²³ Derpsh Rolf, “Nuevos Paradigmas en la producción agrícola”, Proyecto de conservación de suelos, Paraguay, 2000.

²⁴ Existen diferencias significativas en rendimiento entre los sistemas convencionales y de conservación, siempre y cuando se hayan seleccionado variaciones al sistema de labranza de conservación que se

2.4.2 Efectos ambientales.

Materia orgánica

Se ha advertido anteriormente, que niveles altos de materia orgánica producen rendimientos también altos, así mismo la cantidad de materia orgánica esta relacionada con la calidad del suelo debido a su influencia en las propiedades de éste. La reducción de la preparación del suelo, cobertura permanente y la utilización de abonos orgánicos; propios de la agricultura de conservación incrementan la materia orgánica, sin embargo, hay que advertir que cuando un suelo tiene una erosión severa, el proceso de recuperación de materia orgánica es lento y sólo presentará resultados positivos después de varios años.

La labranza de conservación tiene efectos positivos en las propiedades y regeneración de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Se ha calculado que en un periodo de veinte años, un suelo que antes tenía un sistema de labranza convencional y pasa a un sistema de labranza de conservación, los niveles de materia orgánica pueden llegar a ser hasta cuatro veces mayores.²⁵

El incremento de materia orgánica en la superficie del suelo en la labranza de conservación genera mayor actividad biológica medida en el incremento de microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo.

Al reducir las labores sobre el suelo en la labranza de conservación la pérdida de carbono se reduce drásticamente. En un estudio reciente en los Estados Unidos se comprobó que el carbono del suelo es perdido muy rápidamente en forma de dióxido de

adecuen a una condición en particular y se hayan dado prácticas de manejo adecuadas, Figueroa Sandoval, Benjamín, Ob cit., p. 62

²⁵ Derpsch, Rolf, "Importancia de la siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola", Mar de Plata, 1997, p. 18

carbono (lo que contribuye al efecto invernadero) minutos después de que el suelo es preparado de manera intensiva.²⁶



La captación de carbono en labranza de conservación es importante por lo siguiente:

- ☛ Entre mayor carbono se capte en el suelo, mayores serán los niveles de materia orgánica registrados en el mismo y mejor la calidad del suelo
- ☛ La disminución de emisiones de carbono, es decir CO₂ reducen el efecto invernadero y por consecuencia el calentamiento global del planeta

Filtración de agua y reducción de la pérdida del suelo

En muchas áreas la principal causa de disminución de los rendimientos es la falta de humedad durante etapas del desarrollo del cultivo en las que es mas sensitiva la planta. La labranza de conservación incrementa la humedad del suelo por tres razones principales:

²⁶ Ibidem., p. 25

1. La evaporación del suelo es menor ya que no se expone el suelo a la radiación solar, los residuos vegetales sobre la superficie del suelo, lo sombrean, ocasionando una temperatura y una evaporación menor.

2. La labranza de conservación en el largo plazo, retiene más humedad aprovechable ya que incrementa el contenido de materia orgánica.

3. La cobertura de residuos actúa como retenedora de la lluvia ya que permite un mayor almacenamiento superficial, una menor velocidad del agua de escurrimiento y una mayor infiltración.

El suelo bajo la agricultura de conservación, tiene una elevada capacidad de infiltración de agua reduciendo el escurrimiento de la superficie y significativamente la corrosión del suelo. La cobertura que protege el suelo, puede llegar a cubrirlo en un rango de 30 a 100% del suelo.

Los efectos de la cobertura se pueden describir de la siguiente manera: Al mantenerse protegido de los efectos ambientales (viento, agua), se reduce hasta en 90% la pérdida de suelo por escurrimiento, ya que la cobertura fracciona las gotas de lluvia en gotas más pequeñas permitiendo que penetren al suelo con mayor facilidad y sean retenidas por este.

La humedad retenida es mayor que en otros sistemas de cultivo, los sedimentos arrastrados se reducen casi en su totalidad y la densidad del suelo se incrementa. La erosión hídrica y eólica se reduce también por la capa vegetal que protege el suelo.

La mayor disponibilidad de agua en el suelo se debe al grado de cobertura junto con la adopción de labranza de conservación.

Los nutrientes del suelo tienden a permanecer en su lugar de origen, se estima que se reduce la pérdida de suelo en por lo menos 5 toneladas al año en zonas en donde se aplica labranza de conservación.²⁷

La erosión del suelo disminuye precisamente por que hay mayor humedad en el suelo; de acuerdo con Figueroa, la mayor retención e infiltración de agua en el suelo

²⁷ Bassi, Lauro, Ob. cit, p. 62

combinado con la cubierta vegetal puede reducir “prácticamente” la erosión a ceros (erosión hídrica) en el caso de la erosión eólica se pierden entre 25 y 29 toneladas de suelo fértil en labranza convencional y en labranza de conservación la cantidad erosionada depende de la dirección del surcado del ciclo anterior.²⁸

Reducción de la temperatura del suelo

A menudo la temperatura es el factor determinante en la producción, de tal modo que muchos cultivos no pueden crecer a menos que se alcancen temperaturas por arriba de un nivel mínimo.

Debido a que el suelo permanece cubierto por los restos, el suelo es protegido de los efectos directos del sol. Se ha comprobado que durante periodos de incremento de la temperatura del suelo (ciclo primavera-verano), la temperatura de la superficie es más fría en el sistema de labranza de conservación. En temporadas que la temperatura baja, la capa vegetal le permite al suelo perder menos calor que en otros sistemas, es decir la temperatura es mayor en temporadas de heladas que en el sistema de labranza convencional. De manera similar sucede en la temperatura del subsuelo (*véase grafico 3 capítulo 1*)

Reducción de contaminación de agua

Los sedimentos arrastrados con los escurrimientos de agua como se ha mencionado anteriormente, se reducen y de manera simultánea la contaminación de agua de los ríos y corrientes de agua cercanas a las áreas de cultivo.

“A diferencia del sistema convencional, donde el agua que escurre después de una lluvia es marrón, en la labranza conservación el agua que escurre incluso, en fuertes lluvias es de color claro”²⁹

²⁸ Figueroa, Sandoval, Benjamín, “Manual de producción de cultivos con Labranza de conservación”, Colegio de Posgraduados UACH-CP, 1992, pp.28

²⁹ Derpsch, Rolf, “Importancia de la siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola”, Mar de Plata, 1997.

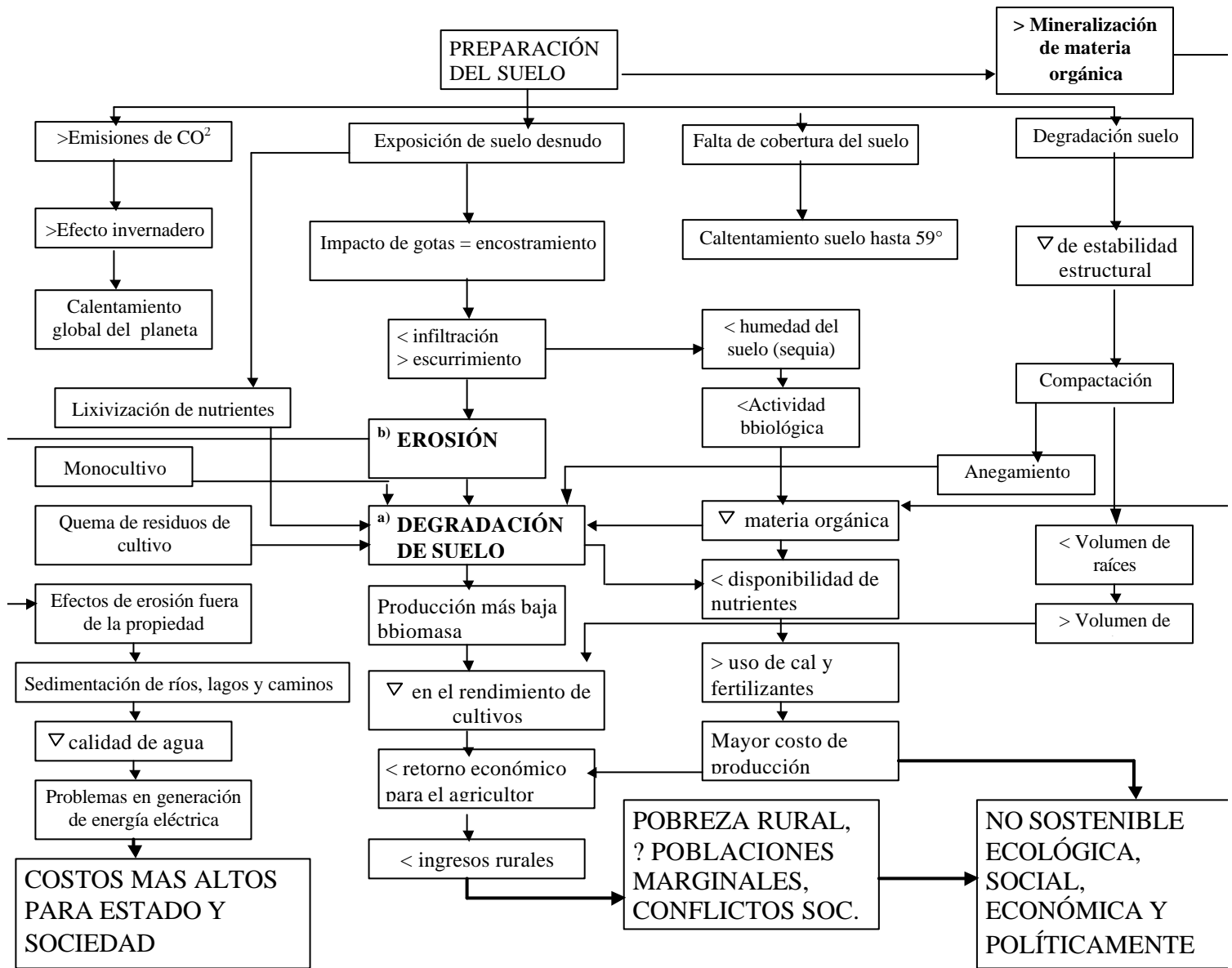
Por otro lado se puede considerar entonces, que se reducen los costos para el gobierno por concepto de tratamiento de agua y obras públicas, por el mismo motivo, ya que por un lado el volumen de agua contaminada y tratada y los problemas de anegamiento, azolve, y mantenimiento de caminos se reduce, por otro lado los costos por realizar estas obras se reducen también para el gobierno. (Véase diagrama 2).

Propiedades biológicas

Se registra una mayor actividad biológica bajo el sistema de labranza de conservación. Los microorganismos no mueren de hambre como en otros sistemas porque siempre se encuentran sustancias orgánicas en la superficie que proveen los alimentos necesarios. Las condiciones más favorables de humedad y temperatura ya antes mencionadas, tienen un efecto positivo en la vida de los microorganismos del suelo.

En el sistema de labranza de conservación se registran más lombrices, artrópodos, y microorganismos que le dan mayor aireación al suelo y mejor descomposición de las sustancias del suelo en beneficio de la productividad de los cultivos

DIAGRAMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN



3. Ventajas del sistema de labranza conservación sobre el sistema convencional

Los beneficios que arroja la labranza de conservación se pueden distinguir en tres categorías:

1.- Conservación del suelo, en donde se reduce grandemente la erosión del suelo, esto gracias a la cobertura vegetal que acompaña y mantiene al suelo que se protege de la lluvia y del secado abrupto, evitando así, la pérdida de estabilidad e identidad de las unidades estructurales del suelo superficial.

2.- Ahorros en energía utilizada, en la labranza de conservación se reduce el uso de combustible, gracias a que se evitan pasos de equipo agrícola durante el proceso de producción.

3.- Ahorros en tiempo y mano de obra, el tiempo que se ahorra en laboreo es mayor, pero se ve disminuido por el hecho de que la labranza de conservación requiere mas tiempo de manejo y de operación de la sembradora, pues trabaja a una velocidad menor que las que se usan en la labranza convencional.

II. ANTECEDENTES DE SISTEMAS DE LABRANZA TRADICIONAL Y DE CONSERVACIÓN EN DIFERENTES ZONAS AGRÍCOLAS

Introducción

Se han descrito las ventajas productivas, económicas y ambientales de la labranza de conservación sobre la labranza convencional y de como ésta tecnología está basada en una agricultura sustentable.

Este capítulo lo dedicaremos a identificar los elementos que hacen a un sistema agrícola una agricultura sustentable y sus principales indicadores de evaluación así como algunos ejemplos en donde se aplican ambos sistemas en México y en el resto del mundo, y los resultados obtenidos que prueban que es un método (labranza de conservación) viable económica, social y ambientalmente.

Es importante advertir que las experiencias elegidas tienen características comunes entre sí:

- ✍️ Pertencen a países de América latina; en donde proporcionalmente se ha desarrollado más este método.
- ✍️ Las personas que aplican el sistema son pequeños productores con condiciones económicas y productivas semejantes.
- ✍️ Los agricultores están dispuestos al cambio de tecnología.

Pese a que existen diferentes indicadores económicos, productivos, sociales y ambientales para evaluar si un sistema agrícola es sustentable, cabe destacar que no en todos los casos se aplican los mismos indicadores, mucho depende de los criterios, objetivo y recursos de cada proyecto.

1. Agricultura Sustentable

Se presentan las definiciones de agricultura sustentable y sus herramientas de evaluación como instrumento para evaluar un sistema agrícola dentro del marco de este tema con la finalidad de identificar las características que hacen a la labranza de conservación, un sistema agrícola sustentable por lo que presentamos las siguientes definiciones.

1.1 Definiciones de agricultura sustentable según diversos autores.

De acuerdo con Hansen dice que una agricultura sustentable es una serie de estrategias, como la posibilidad de satisfacer ciertas metas o como la habilidad de mantener ciertas propiedades a lo largo del tiempo.³⁰

Por su parte Conway dice que es la habilidad de un sistema de mantener la productividad aún cuando sea sometido a perturbaciones o stresses. Identifica cuatro propiedades:

☞ Productividad

☞ Estabilidad

☞ Sustentabilidad

☞ Equidad

Entendiendo por productividad como la relación entre la producción y la cantidad de recursos necesarios para obtener un nivel de producción determinado; a la estabilidad como la capacidad del sistema para mantener una constancia en la productividad, y la sustentabilidad como a la capacidad del sistema para responder a algún disturbio drástico manteniendo un nivel aceptable de productividad. La equidad concebida como el grado de distribución de los beneficios del sistema entre los individuos involucrados.³¹

American Society of Agronomy la conceptualiza como aquella que en largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base de los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto.³²

Grupo Interamericano para el Desarrollo sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales,³³ sostiene que los atributos más importantes de la agricultura sustentable son:

³⁰ Masera, Onar, Martha, López, Santiago "Sustentabilidad agrícola de los Recursos Naturales. El marco de evaluación mismo", Ed. Mundi-Prensa, p.16, 2002

³¹ Ibidem., p. 17

³² Ibid.

³³ Ibidem., p. 19

- ☞ El mantenimiento de la disponibilidad de recursos en el tiempo.
- ☞ La adaptabilidad y flexibilidad del sistema.
- ☞ Robustez y estabilidad
- ☞ Capacidad de respuesta a cambios internos y externos.

La labranza de conservación es un sistema sustentable que está orientado a atender la producción agrícola como un todo con énfasis en las metas múltiples de producción, ganancia, reducción de la incertidumbre y la vulnerabilidad, equidad, protección del ambiente y una flexibilidad de los sistemas a largo plazo.

Altieri dice que es un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejore la eficiencia biológica del sistema, de manera tal que los esfuerzos se orienten a optimizar el agroecosistema en su conjunto, en lugar de concentrarse en maximizar los rendimientos de corto plazo. Y sostiene que se debe de impulsar:

- ☞ El uso eficiente de energía.
- ☞ El empleo de métodos de producción que optimicen las tasas de reciclaje de materia orgánica y nutrientes.
- ☞ La producción de alimentos adaptados al entorno socioeconómico y natural.
- ☞ La reducción de costos y el aumento de eficiencia y de la viabilidad económica de los pequeños y medianos agricultores.³⁴

Cabe finalizar que las estrategias para lograr una sustentabilidad agrícola van más allá de los elementos técnicos y sociales locales, es fundamental el logro de articulaciones apropiadas de los agroecosistemas con el contexto regional, nacional e internacional.³⁵

³⁴ Ibidem., p. 20

³⁵ Masera, Omar, A Aisteir, Martha, López, Santiago, Ob. Cit., p. 24, 2002

Se proponen 7 atributos básicos de sustentabilidad:

- ☒☒ **Productividad:** que es la capacidad para brindar el nivel requerido de bienes y servicios, ganancias, rendimientos en un tiempo determinado.
- ☒☒ **Estabilidad:** implica que sea posible mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones promedio o normales.
- ☒☒ **Resiliencia:** es la capacidad de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves.
- ☒☒ **Confiabilidad:** que es la capacidad de mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio, ante perturbaciones normales del ambiente.
- ☒☒ **Adaptabilidad o flexibilidad:** es la capacidad de continuar siendo productivo.
- ☒☒ **Equidad:** es la capacidad para distribuir de manera justa tanto intra como intergeneracionalmente los beneficios y los costos relacionados con el manejo de los recursos naturales.
- ☒☒ **Autodependencia o autogestión** es la capacidad de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

Con lo anterior descrito podemos decir que un sistema sustentable es aquel que permita:

- ☒☒ **Conseguir un alto nivel de productividad** mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos.
- ☒☒ **Proporcionar una producción confiable estable y resiliente** a perturbaciones mayores en el transcurso del tiempo, asegurando el acceso, la disponibilidad, uso renovable, restauración, recursos productivos, y producción de los mismos.
- ☒☒ **Brindar flexibilidad para amoldarse** a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico por medio de procesos de innovación y aprendizaje.
- ☒☒ **Distribuir equitativamente los costos y beneficios del sistema** entre diferentes grupos y generaciones involucrados.
- ☒☒ **Poseer un nivel aceptable de autodependencia** para poder responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior.

2. Indicadores de evaluación de la Agricultura sustentable

La agricultura sustentable utiliza indicadores para evaluar cualquier proyecto productivo.

Un indicador describe un proceso específico o un proceso de control, los indicadores ambientales dependerán de la escala seleccionada.

El conjunto de indicadores debe ser robusto y no necesariamente exhaustivo; deben de tener ciertas características como:

- ☞☞ Ser integradores
- ☞☞ Fáciles de medir
- ☞☞ Adecuados al nivel de agregación del análisis
- ☞☞ Aplicables en un amplio rango de ecosistemas y condiciones socioeconómicas y culturales
- ☞☞ Tener un alto grado de robustez y reflejar realmente lo que se quiere evaluar
- ☞☞ Estar basados en información confiable
- ☞☞ Ser sencillos de entender
- ☞☞ Permitir medir cambios en las características del sistema en el periodo considerado a evaluar
- ☞☞ Centrarse en aspectos prácticos y ser claros

Los indicadores básicos que emplea la agricultura sustentable para evaluar cualquier sistema agrícola se describen a continuación:

2.1 Indicadores económicos

Existen varios indicadores que normalmente evalúan la rentabilidad económica de un proyecto de inversión y que bien pueden ser aplicados a un proyecto agrícola; las principales herramientas utilizadas para este fin son reducción de costos, incremento en los ingresos y acceso a financiamiento.

2.2 Indicadores ambientales

Estos Indicadores deben de proporcionar la información necesaria sobre la capacidad de los sistemas y de las estrategias propuestas para ser ambientalmente productivos y sustentables.

A continuación se detallan los indicadores que se consideran importantes:

Rendimientos: Incluye el cálculo de los rendimientos por cultivo por hectárea. Se puede evaluar el incremento anual, el incremento medio anual y la evolución del volumen total y por hectárea.³⁶

Eficiencia Energética: Mide la relación entre la energía obtenida en los productos del sistema de cultivo y la energía contenida en los insumos utilizados en la producción.

Indicadores de la calidad del suelo: Se usan para evaluar proyectos de restauración ecológica como para aquellos que proponen nuevos sistemas. Puede incluir la estimación del nivel de erosión, materia orgánica, compactación, degradación química, salinización, alcalinización.

Ambientalmente para que la agricultura aumente su grado de sustentabilidad dependerá de :

- ☞ Disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes.
- ☞ Protección y conservación de la superficie del suelo.
- ☞ Preservación e integración de la biodiversidad.
- ☞ Explotación de la adaptabilidad y la complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

³⁶ Masera, Omar, Aisteir, Martha, López, Santiago, Ob. Cit., p. 30, 2002

CUADRO 4. INDICADORES AMBIENTALES

ATRIBUTO	CRITERIO DE DIAGNOSTICO	INDICADOR	MÉTODOS DE MEDICIÓN
Productividad	Eficiencia	Rendimiento	Rendimientos por producto y subproducto
		Eficiencia Energética	Unidad de producto por unidad de insumo Salidas energéticas/entradas energéticas
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	Conservación de recursos	Calidad de suelo y agua	Porcentaje de materia orgánica, estabilidad de agregados, niveles de agroquímicos, en el agua y suelos
		Degradación de suelos	Tasa de infiltración del agua en el suelo, compactación, erosión

Fuente: Elaboración propia con datos de Masera, Omar, Aisteir, Martha, López, Santiago, “Sustentabilidad agrícola de Recursos Naturales. El marco de evaluación mismo”, Ed. Mundi-Prensa, México, pp14-65, 2002

2.3 Indicadores sociales

Social y económicamente para que la agricultura sea sustentable depende de algunos mecanismos como son:

La eficientización de los procesos productivos aprovechando los sinergismos entre distintas actividades económicas.

El fortalecimiento de los mecanismos de cooperación y solidaridad locales, así como participación de los involucrados.

La potencialización de las capacidades y habilidades locales, favoreciendo la autogestión mediante procesos de capacitación y educación participativos.

El mantenimiento de un respeto por las diferencias tradicionales culturales y el fomento de la pluralidad cultural y étnica.

Normalmente este tipo de indicadores, se incorporan de forma fragmentada, ya que tienden a ser cualitativos y difíciles de definir con precisión. Los indicadores sociales a emplearse para el análisis son:

**CUADRO 5
INDICADORES SOCIALES**

ATRIBUTO	CRITERIO DE DIAGNOSTICO	INDICADORES	METODO DE MEDICION
Equidad	Distribución de costos, beneficios y toma de decisión	Beneficiarios del sistema	Número y tipo de beneficiarios, por género, sector social, edad
		Grado de democratización	Mecanismos de distribución del poder en la toma de decisiones
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	Fragilidad del sistema	Capacidad de superar eventos graves	Supervivencia del proyecto después de conflictos
	Calidad de vida	Mecanismos de discusión de conflictos	Tipo, grado de aplicación efectiva de sanciones
Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Índice de calidad de vida	Índice de nutrición, salud, esperanza de vida
		Capacitación y generación de conocimientos	Tipo y frecuencia de capacitación, mecanismos de difusión del conocimiento entre miembros
Autodependencia (autogestión)	Participación	Asimilación de innovaciones	Adopción adaptación a cambios
		Involucramiento de productores en el diseño, implementación y monitoreo	Número y frecuencia de participantes
	Control	Poder de decisión sobre aspectos críticos del sistema	Control local sobre precios y abasto de insumos o productos

Fuente: Masera, Omar, Aisteir, Martha, López, Santiago, "Sustentabilidad Agrícola de Recursos Naturales. El marco de evaluación mismo", Ed. Mundi-Prensa, México, pp14-65, 2002

3. Antecedentes y experiencias de labranza en otros países

La necesidad llevó a que los agricultores utilizaran otro método de labranza, debido a las grandes pérdidas por erosión, (véase cuadro 6) y esta situación se agudizaba debido a que los ingresos de los agricultores eran tan bajos que necesitaban mas tiempo para alcanzar niveles adecuados de subsistencia para soportar una política agraria gubernamental adversa (importaciones de alimentos baratas y ventas estratégicas de stock gubernamentales que bajaban los precios, reducida disponibilidad de créditos, costos prohibitivos del crédito agrícola y eliminación de incentivos) bajo la cual se regían.

CUADRO 6
PÉRDIDAS DE SUELO POR EROSIÓN BAJO LABRANZA CONVENCIONAL EN EL MUNDO (HA)

Continente/País	Ton/Ha/Año
Europa y Estados Unidos	17
Asia y África	40-50
América Latina	20-60
Brasil	15.6
Paraguay	21.3

Fuente: Derpsch, Rolf, "Importancia de la si siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola", en V Congreso Nacional de Siembra Directa de AAPRESID, Mar de Plata, 20-30, 1997

Como el cuadro muestra, en términos totales, Europa es el continente menos afectado por la erosión y América Latina el mas afectado. De acuerdo a la superficie cultivada, se estima que en Europa se pierden por erosión mil millones de toneladas de suelo por año, mientras que Asia el continente más afectado está perdiendo 25 mil millones de toneladas al año.³⁷

³⁷ Derpsh, Rolf " Importancia de la siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola", en V Congreso de la siembra directa de AAPRESID, Mar de Plata, 20-30, 1997

En el Cuadro 6 se puede apreciar que se analizan por separado Brasil y Paraguay de las estadísticas de erosión por continente, esto se debe a que son países que tienen graves problemas de erosión de 15.6 y 21.3 ton/ha/año respectivamente; son estos mismos países quienes han buscado alternativas en los sistemas de cultivo para reducir la erosión del suelo por siembra.

En algunos países de América Latina como son Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay, la labranza de conservación ha estado creciendo. (véase cuadro 7)

CUADRO 7
SUPERFICIE CULTIVADA CON LABRANZA DE CONSERVACIÓN
EN EL MUNDO (HA)

PAÍSES	PARTICIPACION PORCENTUAL (%)		TASA DE CRECIMIENTO
	2000	2001	
USA ¹⁾	43.3	35.9	9.2%
BRASIL ²⁾	25.1	22.9	20.3%
ARGENTINA ³⁾	16.3	15.7	27.2%
CANADÁ ⁴⁾	9.1	6.9	0.0%
AUSTRALIA ⁵⁾	2.2	14.7	764.0%
PARAGUAY ⁶⁾	1.8	1.6	21.5%
MÉXICO ⁷⁾	1.1	1.1	30.0%
BOLIVIA ⁸⁾	0.4	0.6	75.0%
CHILE ⁹⁾	0.2	0.2	4.2%
URUGUAY ¹⁰⁾	0.1	0.1	0.0%
OTROS ¹¹⁾	0.2	0.2	0.0%
TOTAL	100	100	

Fuente: Derspch, Rolf, "Situación General de no cultivo en el mundo", 2000

¹⁾ Notill Farmer March, 1999; ²⁾ Febrapdp, 1999; ³⁾ AAPRESID, 1999; ⁴⁾ CTIC, 1999; ⁵⁾ Hebblethwaite, 1997; ⁶⁾ MAG-GTZ Soil conservation Prject, 1999; ⁷⁾ CENAPROS, 1999; ⁸⁾ Dr. Patrick Wall, 199; ⁹⁾ Carlos Crovetto, 199; ¹⁰⁾ AUSID, 1999; ¹¹⁾ Estimados

Las labores de labranza de conservación en el mundo se concentran principalmente en América; los países con mayores áreas de labranza, son Estados Unidos, Brasil, y Argentina. De acuerdo con Derspsh, entre los años 2000 y 2001 algunos países han tenido cambios importantes; Estados Unidos creció 9% su área cultivada aunque sólo representa el 35% del total, Brasil, creció 20% pese a que sólo representa 22% del área total. Para México el crecimiento registrado también es importante ya que en el 2000 tenía una extensión de 500,000 hectáreas y en el 2001 era de 650, 000, es decir un incremento de 30% de la superficie cultivada.³⁸

Los países líderes en el mundo son Estados Unidos con 19.3 millones de has, seguido por Brasil con 11.2, Argentina con 7.3, Canadá con 4.1, Australia con 1 millón y Paraguay con 790 000 hectáreas.

Los países líderes en aplicar labranza de conservación se encuentran en América Latina, pese a que el territorio cultivado en Estados Unidos ocupa el primer lugar respecto al total del área cultivada en el continente.

Del total del área cultivada, en cada país que se dedica a labranza de conservación en Estados Unidos 16.3%, en Brasil 21%, Argentina 32% y en Paraguay 52% respectivamente. Es Paraguay el país en donde más se ha desarrollado el sistema, pero es este mismo el que tiene serios problemas de erosión.³⁹

Las necesidades de cambiar de sistema productivo en estos países para reducir los niveles de erosión e incrementar los niveles productivos, llevó a los pequeños productores a adoptar nuevos sistemas, que además mejorarán su nivel de vida. La introducción de la labranza de conservación en América Latina se debe principalmente a los siguientes factores:

- ☞ Control eficiente y económico de la erosión bajo condiciones climáticas con un alto nivel de erosión y potencial de degradación del suelo.
- ☞ Conocimiento apropiado disponible en la región obtenida a través de la investigación y desarrollo así como de las experiencias de los agricultores.

³⁸ Derspsh, Rolf, "Situación General de no cultivo en el mundo", p. 20 2000.

³⁹ Ibidem, p. 26

- ☞☞ Difusión del uso del sembrado de abono para la supresión de la maleza (reducción del uso de herbicidas), crecimiento de materia orgánica, control biológico de plagas.
- ☞☞ Evaluaciones económicas con un sistema de acercamiento mostró altos rendimientos económicos.
- ☞☞ Competitividad en el mercado global ya que generalmente no existen subsidios.
- ☞☞ Desarrollo previo de tecnología en el campo por técnicos y agricultores asistidos en ocasiones por firmas comerciales.
- ☞☞ Investigación de apoyo de entidades estatales y federales así como de fundaciones de agricultores.
- ☞☞ Programas específicos de investigación adaptativa para la tecnología agrícola con rápidos resultados.
- ☞☞ Fuerte inversión del gobierno y sector privado en el entrenamiento de técnicos y agricultores de vanguardia.
- ☞☞ Acciones de promoción de una mentalidad abierta al cambio en agricultores y técnicos, elevando la conciencia acerca de los beneficios.

3.1 Experiencias de labranza para América Latina

Se presentan algunas experiencias de labranza en países de América Latina y en México; la razón por la que se eligieron estos ejemplos se debe a que Paraguay y Brasil tienen altos índices de degradación del suelo y son ellos mismos, los que han buscado opciones para frenar la erosión de sus zonas de cultivo con cambios tecnológicos.

Paraguay es actualmente el país que tiene más hectáreas destinadas a labranza de conservación respecto a su área cultivada seguido de Brasil; también es en estos países donde más ha evolucionado el sistema.

3.1.1. Experiencia para Brasil.

En 1975 se fabricaron las primeras máquinas para la agricultura de conservación en Brasil, su importación había sido imposible debido a los altos impuestos.

Los primeros años de adopción fueron difíciles ya que no se contaba con herbicidas, después abundaron tanto, que siguió representando un problema, al haber una gran variedad de éstos herbicidas ya no era posible conocer las propiedades de cada uno y por tanto era difícil encontrar y aplicar lo que en realidad se necesitaba (ver cuadro 8 y 9).

Algunos estudios realizados por Sorrenson y Montoya en 1984 en Brasil, muestra que el total de beneficios económicos obtenidos son considerables, aseguran que ninguna técnica de cultivo ha demostrado tener un impacto tan alto en los ingresos agrícolas, reducción de los costos de producción y de riesgos, y al mismo tiempo ser ambientalmente sostenible y generar considerables ganancias netas a la sociedad tal y como lo ha sido la labranza de conservación.

Con tales estudios se afirmó que la mejor manera de evitar la compactación de suelos, es producir la mayor cantidad de cobertura del suelo, usar cultivos de cobertura y rotación de cultivos de modo que las raíces y la actividad biológica así como los gusanos e insectos suelten el suelo. Una buena cobertura de suelo es esencial para mantener bien húmeda la superficie y así poder tener una mejor penetración de los elementos cortantes de equipo de siembra.

Los agricultores brasileños vieron como buena práctica usar cultivos de cobertura y rotación de cultivos, pues se ha demostrado que pueden reducir el costo de herbicidas drásticamente usando la labranza de conservación.

CUADRO 8.
COSTOS COMPARATIVOS USANDO USANDO FUERZA ANIMAL PARA EL SISTEMA DE
LABRANZA CONVENCIONAL Y DE CONSERVACIÓN EN BRASIL*

	Labranza Convencional	Labranza conservación
Costos Variables Totales	234.16	231.45
Mano de Obra	103.12	68.75
Maquinaria animales y equipo	37.44	9.39
Costos de herbicidas y aplicación	0	71.18
Ganancias brutas**	221-351	224-354

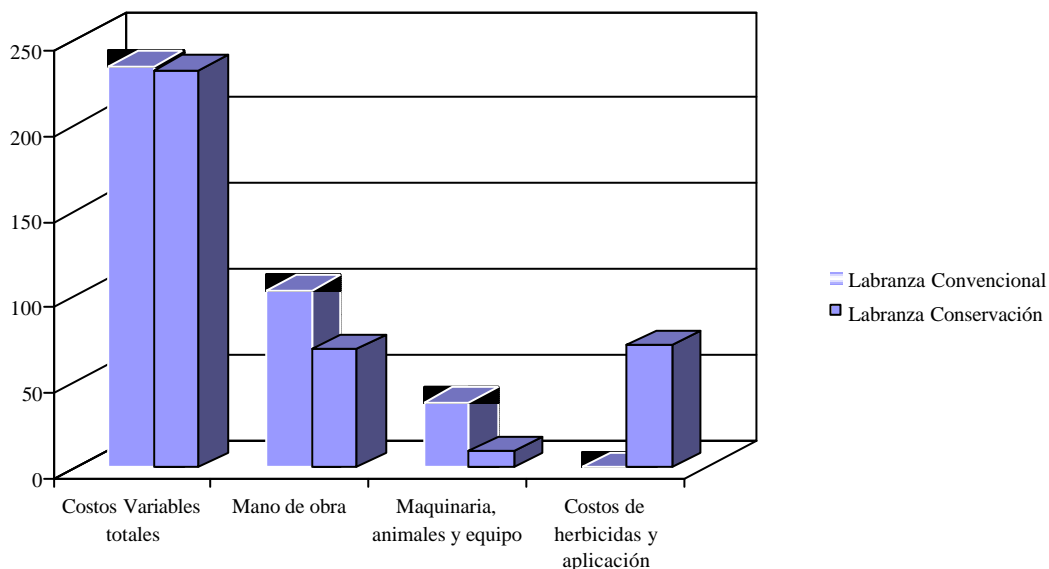
FUENTE: Fuentes Llanillo “Manual de Sistemas de Labranza” Cap. 10 Comparación de costos en diferentes sistemas de labranza

* USD/HA

** Ganancias brutas=ingresos –egresos. El autor no hace mención de los precios de venta sin embargo presenta el resultado final: ganancias brutas.

Las cifras del cuadro 8 se ofrecen en forma gráfica a continuación:

GRAFICA 4
COSTOS COMPARATIVOS USANDO FUERZA ANIMAL PARA EL SISTEMA DE LABRANZA
CONVENCIONAL Y DE CONSERVACIÓN EN BRASIL*



FUENTE: Fuentes Llanillo “Manual de Sistemas de Labranza” Cap. 10 Comparación de costos en diferentes sistemas de labranza
 * USD/HA

El cuadro 8 muestra que la inversión en mano de obra en Brasil con la labranza convencional y usando fuerza animal es de 103.12 USD/ha mientras que con el método de conservación es de 68.75 USD/ha mostrando claramente que aplicando éste método la región obtiene un ahorro del 33.33%.

Para el gasto en maquinaria animales y equipo se mantiene una tendencia similar pues en el sistema de labranza convencional se gastan 37.44 USD/ha mientras en el de conservación solo se invierten 9.39 USD/ha es decir el ahorro para los agricultores representa un 75% utilizando éste método.

Los herbicidas aquí no son utilizados en la labranza convencional a diferencia del método de conservación en el cual se invierten 71.18 USD/ha

CUADRO 9
COSTOS COMPARATIVOS USANDO FUERZA MECANICA PARA EL SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL Y DE CONSERVACIÓN EN BRASIL*

	Labranza Convencional	Labranza conservación
Costos Variables Totales	304.97	310.88
Mano de Obra	10.90	6.35
Maquinaria animales y equipo	150.51	110.98
Costos de herbicidas y aplicación	38.53	99.07
Ganancias brutas **	346-357	340-470

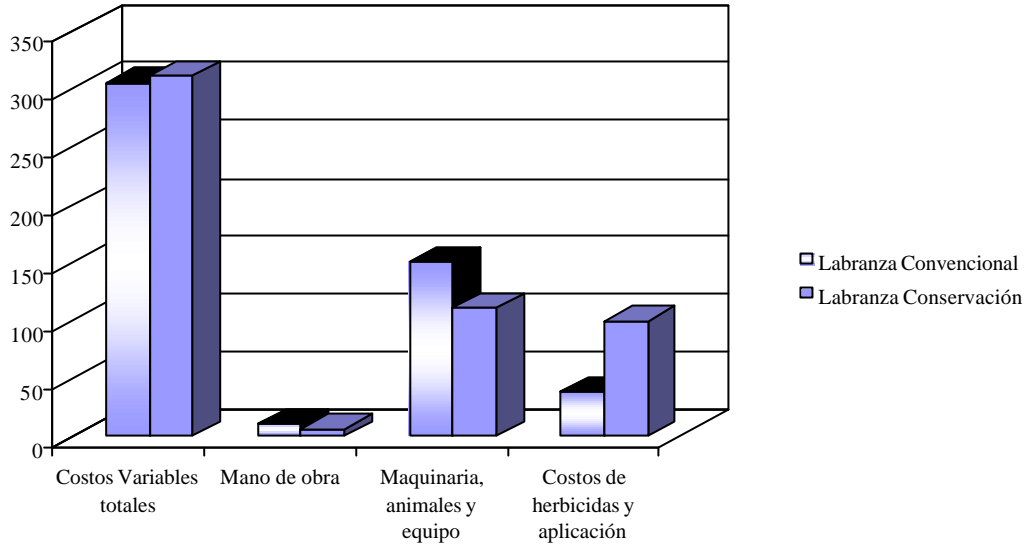
FUENTE: Fuentes Llanillo "Manual de Sistemas de Labranza" Cap. 10 Comparación de costos en diferentes sistemas de labranza

* USD/HA

** Ganancias brutas=ingresos –egresos. El autor no hace mención de los precios de venta sin embargo presenta el resultado final: ganancias brutas

Los valores del cuadro 9 se muestran gráficamente de la siguiente manera:

GRAFICA 5
COSTOS COMPARATIVOS USANDO FUERZA MECANICA PARA EL SISTEMA DE LABRANZA
CONVENCIONAL Y DE CONSERVACIÓN EN BRASIL*



Fuente: Fuentes Llanillo “Manual de Sistemas de Labranza” Cap. 10 Comparación de costos en diferentes sistemas de labranza
 * USD/HA

El cuadro 9 muestra como la inversión en mano de obra usando la labranza convencional y usando fuerza mecánica es de 10.90 USD/ha mientras que con el método de conservación es de 6.35 USD/ha mostrando claramente que aplicando éste método la región obtiene un ahorro del 41.74%.

Para el gasto en maquinaria animales y equipo se demuestra que en el sistema de labranza convencional se gastan 150.51 USD/ha mientras en el de conservación solo se invierten 110.98 USD/ha es decir el ahorro para los agricultores representa un 26% utilizando éste método.

Con el aprendizaje se van disminuyendo los errores en cuanto a herbicidas y usando la fuerza mecánica notamos que en la labranza de conservación el gasto de herbicidas es mucho mayor que en el convencional ya que en éste se gastan 38.53 USD/ha cuando en el de conservación son 99.07 USD/ha.

3.1.2. Experiencia para Paraguay

Actualmente se considera que la erosión y degradación del suelo han alcanzado niveles catastróficos y amenazan la viabilidad de la agricultura en esta región, por lo que están convirtiendo los sistemas convencionales antieconómicos e insostenibles en sistemas rentables, con el potencial de generar importantes beneficios al agricultor y a la sociedad, tal es el caso de la labranza de conservación.

La labranza de conservación se comenzó a introducir en medianas y grandes fincas mecanizadas de Paraguay en 1990, para 1997 el 51% de las fincas ya estaban practicando este tipo de labranza, aumentando la fertilidad del suelo, y los niveles de materia orgánica elevaban la productividad de los suelos, incrementando rápida y significativamente los ingresos de la finca. En la mayoría de los casos con la labranza convencional los pequeños agricultores no usaban fertilizantes, muy poco o nada abono orgánico y generalmente no tomaban medidas de conservación de suelos; debido a la significativa erosión del suelo, se perdían altas cantidades de nutrientes y materia orgánica.

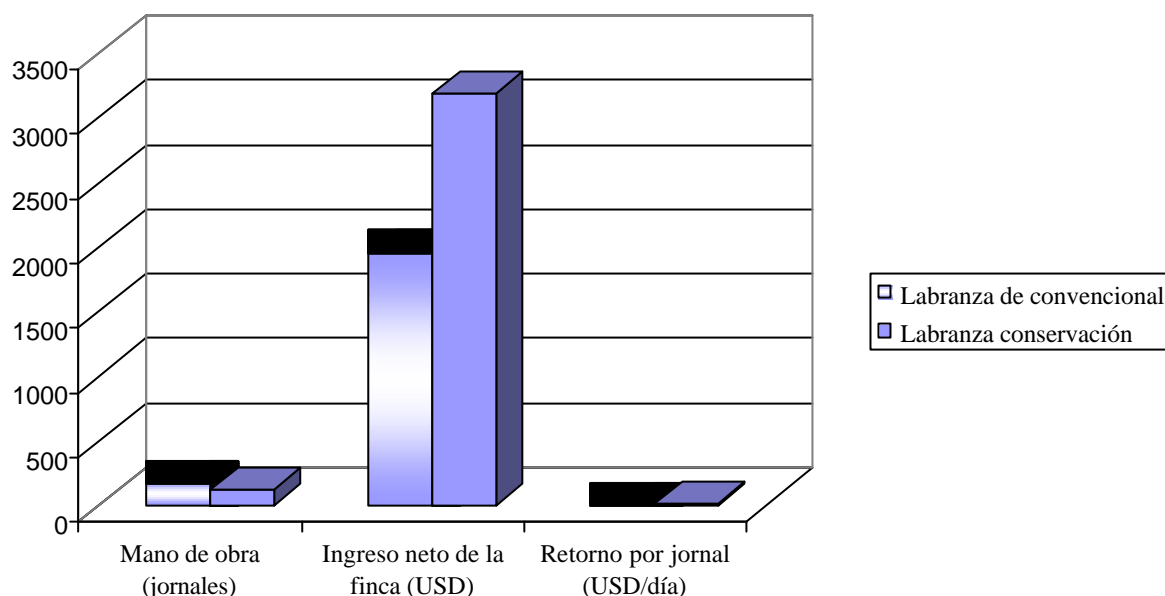
CUADRO 10

RESULTADOS PARA EDELIRA PARAGUAY EN EL SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL Y DE CONSERVACIÓN

	Agricultura convencional	Agricultura conservación
Area de la finca (hectáreas)	9.2	9.2
Mano de obra (jornales)	181	132
Ingreso neto de la finca (USD)	1,960	3,184
Retorno por jornal (USD/día)	10.85	24.15

FUENTE: William J. Sorrenson, César Duarte, Justo López "Aspectos Económicos de los sistemas de Siembra en el Proyecto de Conservación de los Suelos" MAG/GTZ 1998 Paraguay

GRAFICA 6
RESULTADOS PARA EDELIRA PARAGUAY EN EL SISTEMA DE LABRANZA DE
CONVENCIONAL Y DE CONSERVACIÓN



FUENTE: William J. Sorrenson, César Duarte, Justo López “Aspectos Económicos de los sistemas de Siembra en el Proyecto de Conservación de los Suelos” MAG/GTZ 1998 Paragua

El cuadro 10 muestra que usando el método convencional se usa mayor mano de obra en un 27% con respecto a la labranza de conservación el ingreso neto que obtiene el agricultor con la labranza convencional es de 1,960 USD mientras que con la labranza de conservación este mismo obtiene 3,184 USD es decir un 62.45 % más que con el anterior método siendo su retorno por jornal de un 122% ya que obtiene en la agricultura convencional 10.85 USD y en la de conservación 24.15 USD.

El éxito de la aplicación se debe a:

- ☞ Disponibilidad de conocimiento apropiado bajo diferentes condiciones agroecológicas y socioeconómicas.
- ☞ Disponibilidad de una variedad de eficientes herbicidas a bajos costos.
- ☞ Disponibilidad de maquinaria apropiada y a precios adecuados.

- ☞Lo más importante; un cambio en la mentalidad de los agricultores, técnicos e investigadores para adoptar un verdadero sistema de agricultura sustentable.
- ☞Tecnología de campo adaptada.
- ☞Concientización y entrenamiento.
- ☞Crédito.
- ☞Rápidos retornos financieros.
- ☞Incentivos financieros.

Los agricultores de ésta región de Paraguay han estado recibiendo la asistencia técnica de alto nivel, todos los agricultores reconocen tal necesidad, sin embargo sugieren que aunque los agricultores tengan que pagar inicialmente la semilla, fertilizantes o equipamiento, la labranza de conservación tendrá un gran retorno económico para el Estado y los agricultores, para que ellos tengan acceso a la labranza de conservación la asistencia técnica y a los créditos a largo plazo con tasas de interés accesibles lo cual será factor determinante en la adopción de dicha técnica.

3.2. Antecedentes y experiencias de labranza en México

Desde hace aproximadamente treinta años, se han realizado pruebas de labranza de conservación en México. En 1975, el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) introdujo en el Programa de Adiestramiento Internacional para investigadores en Maíz, la investigación de labranza de conservación y para 1989 se habían capacitado 53 técnicos mexicanos en el sistema.

En 1979 FIRA comenzó a capacitar a técnicos en el sistema de labranza de conservación auxiliado por el CIMMYT. En 1983 existían 19 Técnicos capacitados y distribuidos a lo largo del país con la finalidad de establecer parcelas demostrativas y promover el sistema.⁴⁰

⁴⁰ González, Rodríguez, Luis, “Labranza de Conservación una alternativa para aumentar la productividad del agro mexicano”, Boletín de FIRA, XXIII (222), Banco de México, 1990.

De 1984 a 1987 pocas regiones del país se distinguieron por usar el sistema, sin embargo de acuerdo con FIRA hubo algunos casos exitosos en la zona de La Huasteca y la región de Tulancingo, Hgo; los que fueron tomados con excepticismo por los productores.

En 1987, FIRA retomó el adiestramiento y capacitación de técnicos y productores de este sistema que se considera más redituable que el sistema convencional y al alcance de todo tipo de productores. Hasta 1989 se adiestraron 636 participantes, de los cuales 214 eran de FIRA, 170 del Programa de Asesores para Productores de Bajos Ingresos, 6 de la Banca, 67 de otras instituciones y 109 productores.⁴¹

Se instalaron oficinas foráneas en todo el país con técnicos de FIRA que hasta hoy día siguen impartiendo cursos de labranza de conservación a productores de todo tipo pero en especial de bajos ingresos.

Para México la adopción de la labranza de conservación como sistema demostrativo y experimental tiene alrededor de tres décadas, ha sido en la última década cuando ha crecido el número de productores que aplican este sistema para la siembra de alimentos.

3.2.1. Experiencia para Chiapas

Santa Rita, Zona de la Frailesca, Chiapas

En la región tropical de México en particular en Chiapas, la erosión del suelo y los costos de producción se han convertido en un serio problema, lo que ha ocasionado una disminución paulatina de la productividad al modificarse las características del suelo y una degradación del mismo.

⁴¹ El interés que despertó el sistema de Labranza de conservación en los productores, se puede ver reflejado en el reporte de FIRA sobre el número de sembradoras en el país; en 1988 había ocho sembradoras especializadas para labranza de conservación; para 1989 el número de sembradoras adquiridas por productores y por FIRA era ya de 51. Ibidem., p. 22-23

En la región de la Frailesca en el estado de Chiapas, se evaluó el impacto en el suelo y en la productividad del maíz bajo el sistema de labranza de conservación y labranza convencional y se encontró lo siguiente: (véase cuadro 11)

CUADRO 11
PÉRDIDA DE SUELO FÉRTIL MÁXIMA Y PROMEDIO EN SANTA RITA, CHIAPAS

PÉRDIDA DE SUELO EN (MÁXIMA) TON/HA/AÑO		PÉRDIDA PROMEDIO DE SUELO FÉRTIL TON/HA/AÑO	
L Convencional	L Conservación	L Convencional	L Conservación
73.2	17.4	14	6.8

Fuente: Elaboración propia con datos de Villar, Sánchez, Bernardo, Figueroa, Sandoval, Benjamín, Oropeza, Mota, José, “Erosionabilidad de suelos y su impacto en la productividad del Maíz en el Trópico Mexicano”, Agrociencia, vol. 32, núm. 3, pp. 199-207, 1998.

La erosión alcanzada bajo el sistema de labranza convencional fue de 4.9 toneladas/hectárea en terrazas al empezar la temporada de lluvias;⁴² hasta 73.2 toneladas /ha en ladera en la temporada más lluviosa y erosiva. Con labranza de conservación, la erosión fue de 2 toneladas/hectárea en terraza y de 17.4 toneladas/hectárea en ladera en los mismos periodos.⁴³

En este sentido, se encontró una reducción de 66% del escurrimiento y de 92% de la erosión al pasar de labranza convencional a labranza de conservación.

En Santa Rita Chiapas, se encontró también que entre mayor sea la pendiente y menor profundidad a la que se labore el suelo, mayor es la pérdida de suelo fértil en ambos sistemas; la reducción en la erosión y pérdida de suelo en labranza de conservación es mayor por la cobertura que le fue agregada al suelo.

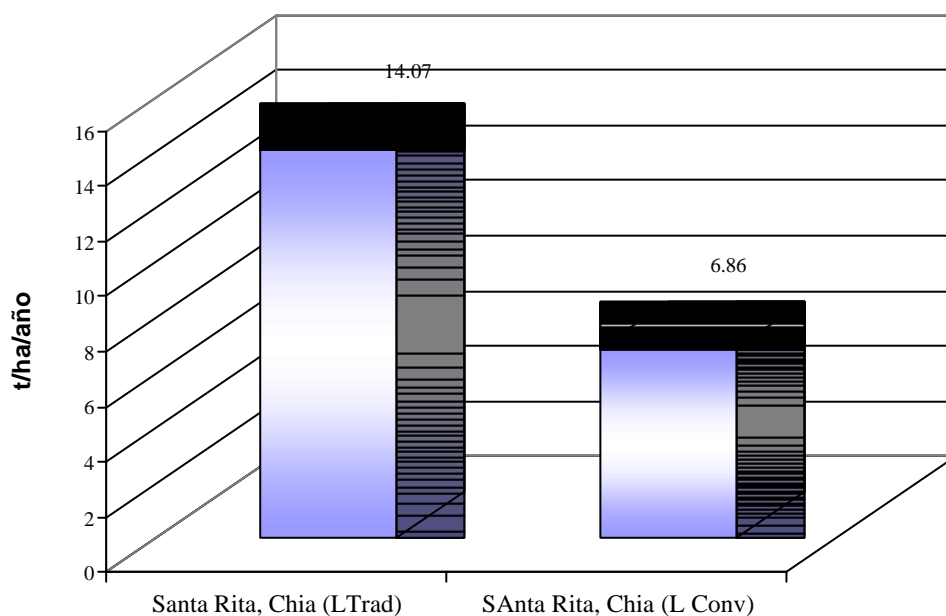
El impacto de la erosión sobre el escurrimiento y la productividad del maíz en labranza convencional en la zona de Frailesca arroja cifras alarmantes; con una pérdida promedio de

⁴² Toneladas/hectárea (ton/ha)= Unidad empleada en agricultura que mide en este caso las toneladas de suelo fértil perdido y erosionado por cada hectárea de suelo cultivada.

⁴³ Villar, Sánchez, Bernardo, Figueroa, Sandoval, Benjamín, Oropeza, Mota, José, “Erosionabilidad de suelos y su impacto en la productividad del Maíz en el Trópico Mexicano”, Agrociencia, vol. 32, núm. 3, pp. 199-207, 1998.

suelo fértil al año de 14 toneladas/hectárea, el rendimiento de maíz muestra un tendencia clara al disminuir con el tiempo, hasta llegar a cero en 90 años, Esto significa que en las condiciones actuales de producción, un suelo como el de Santa Rita, Chiapas podrá dejar de producir el rendimiento mínimo rentable en 40 años lo cual significa que es necesario el cambio de sistema de producción. Para el caso de la labranza de conservación la pérdida promedio de suelo fértil es de 6.8 toneladas/hectárea (véase grafico 7). Villar Sánchez calcula que después de ser aplicado labranza de conservación por 100 años sin interrumpir en Santa Rita, ésta se mantendría aún fértil.

GRÁFICO 7
PÉRDIDA DE SUELO PROMEDIO EN SANTA RITA CHIAPAS, EN LABRANZA CONVENCIONAL Y LABRANZA DE CONSERVACIÓN (T/HA/AÑO)



Fuente: Elaboración propia con datos de Villar, Sánchez, Bernardo, Figueroa, Sandoval, Benjamín, Oropeza, Mota, José, "Erosionabilidad de suelos y su impacto en la productividad del Maíz en el Trópico Mexicano", Agrociencia, vol. 32, núm. 3, pp. 199-207, 1998

3.2.2. Experiencia para Veracruz

San Andrés Tuxtla, Veracruz.

En el estado de Veracruz se estima que 34% de su superficie presenta alto riesgo de erosión, con tasas potenciales de pérdidas de suelo mayores a 300 toneladas/hectárea al año.

De acuerdo a una estudio realizado por Uribe⁴⁴, por cinco años en el Ejido de Vistahermosa, en San Andrés Tuxtla, Veracruz, en los resultados por la pérdida de suelo, resalta el sistema de labranza convencional en donde la pérdida suelo fue de 44.5 toneladas/hectárea en 1995 hasta 334,7 toneladas/hectárea al año (véase cuadro 12).

En cinco años, aplicar labranza convencional en Vistahermosa, ha significado perder 997 toneladas/hectárea de suelo fértil que según Uribe reduce en 17% la productividad del suelo. La disminución del espesor del suelo en cinco años fue de 6.9 centímetros.

“Esto significa que en los próximos 25 años los suelos agrícolas roturados perderían una capa arable de 35 cm de espesor y su productividad disminuiría más de 75%, condición quizá ya no recuperable.”⁴⁵

Sin embargo la gravedad del problema no se visualiza en el corto plazo porque el efecto de la erosión no se registra de inmediato en la productividad, debido a que el uso intensivo de fertilizantes y condiciones favorables de humedad en la zona ocultan este problema.

⁴⁴ Uribe-Gómez, Sergio, Francisco-Nicolas, Nestor, Turrent-Fernández, Antonio, “Pérdida de suelo y nutrimentos en un entisol con prácticas de conservación en los Tuxtlas, Veracruz, México, Revista Chapingo, vol. 7, núm. 2, marzo-abril, pp. 161-168, 2002

⁴⁵ Ibidem., p. 165

CUADRO 12
PÉRDIDA DE SUELO PROMEDIO, ACUMULADA, POR PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y
DISMINUCIÓN DE ESPESOR DEL SUELO EN LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y LABRANZA
CONVENCIONAL EN SAN ANDRÉS TUXTLA, VER.

PÉRDIDA DE SUELO PROMEDIO (T/HA/AÑO)		PÉRDIDA ACUMULADA (T/HA/AÑO)		DISMINUCIÓN DE ESPESOR		PÉRDIDA DE SUELO POR KG MAÍZ PRODUC. (KG/KG/AÑO)	
L Con	L Trad	L Con	L Trad	L Con	L Trad	L Con	L Trad
1.2	199.3	5.6	997	0.1	6.9	0.22	40.0

Fuente: Uribe-Gómez, Sergio, Francisco-Nicolas, Nestor, Turrent-Fernández, Antonio, “Pérdida de suelo y nutrimentos en un entisol con prácticas de conservación en los Tuxtla, Veracruz, México, Revista Chapingo, vol. 7, núm. 2, marzo-abril, pp. 161-168, 2002

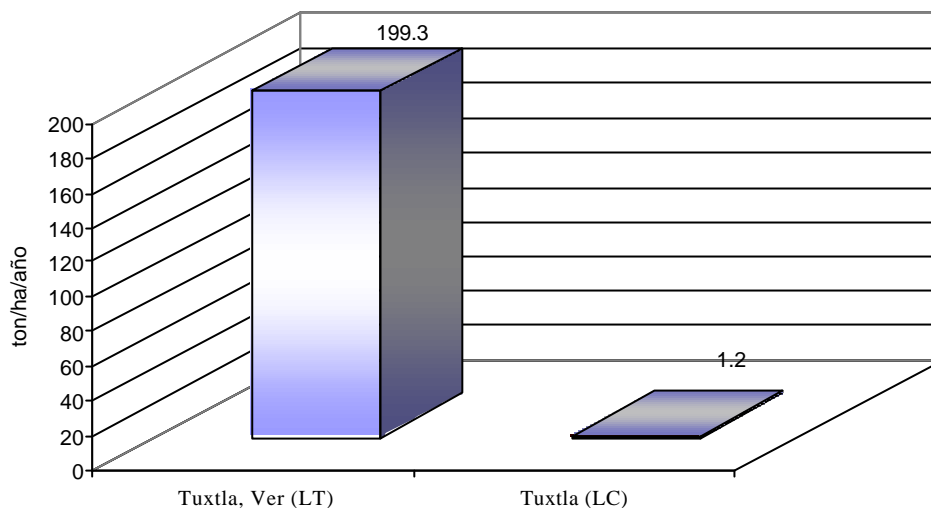
Mientras que en labranza de conservación la pérdida anual de suelo fértil fue de 0.27 a 2.10 toneladas/hectárea respectivamente y la disminución del espesor del suelo en cinco años ha sido de menos de 1mm. (véase cuadro 6)

Resultados similares se muestran en ambos sistemas cuando se compara la producción de maíz; en labranza convencional se pierde en promedio 40kg de suelo por cada kg de maíz producido; en cambio, en labranza de conservación se pierde en promedio 0.22 kg de suelo por cada kg de maíz producido (véase gráfico 8). Quedando demostrado así las desventajas del sistema de labranza tradicional y los beneficios de labranza de conservación.⁴⁶

La tecnología aplicada en USA es del 16.3% del total del area cultivada en Brasil 21%; 32% en Argentina 52% en Paraguay.

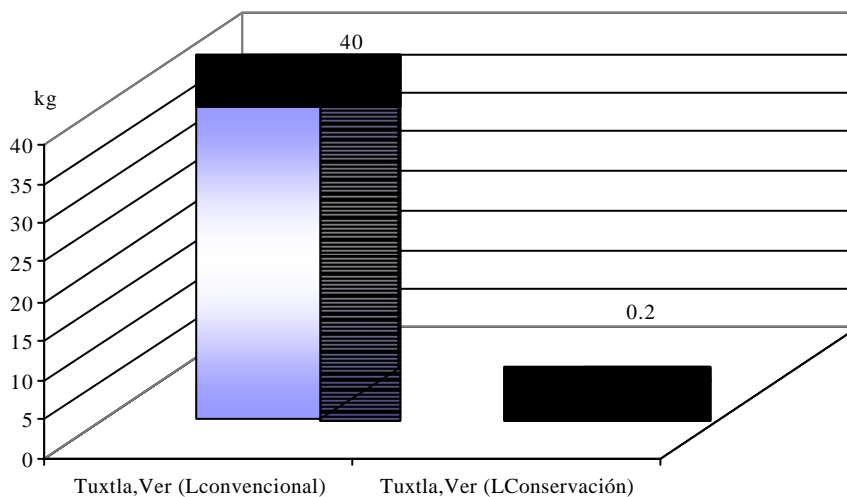
⁴⁶ Ibidem., p. 166

GRÁFICO 8
PÉRDIDA DE SUELO SAN ANDRÉS VER, EN LABRANZA CONVENCIONAL Y LABRANZA DE CONSERVACIÓN (TON/HA/AÑO)



Fuente: Elaboración propia con datos de Uribe-Gómez, Sergio, Francisco-Nicolas, Nestor, Turrent-Fernández, Antonio, "Pérdida de suelo y nutrimentos en un entisol con prácticas de conservación en los Tuxtlas, Veracruz, México, Revista Chapingo, vol. 7, núm. 2, marzo-abril, pp. 161-168, 2002

GRÁFICO 9
PÉRDIDA DE SUELO POR KG DE MAÍZ PRODUCIDO EN SAN ANDRÉS, VER. (KG SUELO/KG MAÍZ PRODUCIDO)



Fuente: Elaboración propia con datos de Uribe-Gómez, Sergio, Francisco-Nicolas, Nestor, Turrent-Fernández, Antonio, "Pérdida de suelo y nutrimentos en un entisol con prácticas de conservación en los Tuxtlas, Veracruz, México, Revista Chapingo, vol. 7, núm. 2, marzo-abril, pp. 161-168, 2002

Hemos analizado a lo largo del presente capítulo los criterios y condiciones para definir a una agricultura sustentable, la cual se ha ido adoptando gracias a que los pequeños agricultores se ven en la necesidad de cambiar su método de producción para mejorar su nivel de vida sin dañar el ambiente, dando lugar a lo que conocemos como labranza de conservación.

La labranza de conservación es un sistema sustentable que está orientado a atender la productividad agrícola como un todo con énfasis en las diferentes metas de productividad, ganancia, reducción de la incertidumbre, vulnerabilidad, equidad, protección al ambiente y flexibilidad de los sistemas a largo plazo.

La labranza de conservación es sustentable porque su método de productividad optimiza el reciclaje, materia orgánica y nutrientes.

Se adapta al entorno socioeconómico y natural.

Disminuye costos y aumenta la eficiencia y la rentabilidad económica de los pequeños y medianos agricultores.

Es un sistema estable, confiable, ya que asegura la restauración en momentos de perturbación.

En la última sección hemos presentado algunos ejemplos de labranza de conservación para México y América Latina en los cuales hemos podido comprobar tales condiciones ya que en todos los casos se muestra una reducción de costos, incremento de la rentabilidad y disminución del impacto ambiental y mejoras productivas al cambiar de un sistema a otro.

III LABRANZA DE CONSERVACIÓN CON PRODUCTORES DE MAÍZ EN MUNICIPIOS DE JALISCO Y QUERETARO.

1. Características de la región de Jalisco.

El nombre de Jalisco significa “sobre la superficie de arena”, se deriva del náhuatl “xalli” (arena) y de “ixco” (superficie, cara). Se decretó el estado libre y soberano desde la Constitución de 1824. Su división ha permanecido estable con 124 municipios que lo conforman desde 1950.

Jalisco, estado situado en la parte suroeste de la República Mexicana en la altiplanicie Mexicana. Limita al norte con Zacatecas y Aguascalientes; al este, con Guanajuato; al sureste, con Michoacán; al sur con Colima; al oeste, con el océano Pacífico y al noroeste con Nayarit. Se encuentra a una altura sobre el nivel del mar que se promedia en 1,578 m.

Sus coordenadas geográficas extremas al norte 22 grados 45min, al sur 18 grados 55 min de latitud norte; al este 101 grados 28 min, al oeste 105 grados y 42 min de longitud oeste.

El estado de Jalisco representa el 4.0 % de la superficie del país.

1.1 Características económicas y productivas

La población económicamente activa en el sector agropecuario ha disminuido, mientras que ha incrementado su demanda en los servicios y comercio. Sin embargo, el estado se distingue por el cultivo de granos como: maíz, sorgo, frijol, arroz, cebada, trigo, caña de azúcar, algodón, cártamo, soya, alfalfa, melón, papa, jitomate, melón, papaya, café, mango, aguacate, plátano, guayaba, sandía y limón agrio. Existe ganado porcino, bovino utilizado para abasto y lechero, ovino, caprino y equino. La actividad pesquera se realiza en los puertos de Barra de Navidad, considerado puerto de cabotaje, en Puerto Vallarta; considerado puerto de altura, y en la laguna de Chapala. Su actividad industrial es extractiva, minero metalúrgica, siderúrgica, maquinaria, equipo y material de transporte, productos químicos, madera, textil, eléctrica y electrónica, material fotográfico, alimentaria, bebidas, tequila, cerveza y calzado.

En Jalisco se localiza una de las ciudades más importantes del país, Guadalajara, que junto con Tlaquepaque y Zapopan forman la zona metropolitana de la ciudad. El estado muestra una imagen comercial importante debido a su sistema de comunicaciones y vías férreas, que reflejan un factor importante para ampliar su desarrollo. Cuenta con instalaciones portuarias que aprovechan las condiciones naturales del estado. Posee dos aeropuertos internacionales: el de Guadalajara y Puerto Vallarta, los cuales sitúan a Jalisco dentro de las rutas internacionales más importantes.

1.2 Características sociales

El estado contaba con 6,321,278 habitantes en el año 2000 y los principales centros de población son: la Ciudad de Guadalajara, que actúa como la capital del estado, con una población de 1,633,216 habitantes; Tlaquepaque, con 449,238 habitantes; Zapopan, con 925,113 habitantes; Ciudad Guzmán, con 83,305 habitantes; Ocotlán, con 78,128 Lagos de Moreno, con 124,972; Tepatitlán de Morelos, con 109,300; Puerto Vallarta, con 149,876; Ameca, con 56,343; Arandas, con 70,901; Autlan de Navarro, con 47,694 y San Juan de los Lagos, con 53,366.

1.3 Características ambientales

La orografía en el estado de Jalisco se presenta en cuatro provincias geológicas: la sierra Madre occidental, la región mesa del Centro, el eje Neovolcánico y la sierra Madre del Sur. Los climas, en general, son secos, cálidos y templados, debido a la conformación variada del relieve y la influencia de masas de agua. Los cuerpos de agua discurren hacia el Pacífico y se dividen en tres grupos: río Lerma-Santiago y sus afluentes; ríos que desembocan directamente en el Pacífico y ríos del sur del estado. Los cuerpos de agua almacenados son: la laguna de Chapala, las lagunas de Cajititlán, Magdalena, Zacoalco y la depresión de Sayula.

2. Características de la región de Querétaro

Siendo una ciudad de origen otomí, Querétaro fue conquistada por los españoles en 1531, quienes la denominaron Santiago de Querétaro. El total de la población en el 2000 fue de 1,404,306 habitantes.

El estado de Querétaro se encuentra ubicado en el centro geográfico de la República Mexicana. Colinda al norte con el Estado de San Luis Potosí, al este con el Estado de Hidalgo, sur con los Estados de México y Michoacán y al oeste con el Estado de Guanajuato. Querétaro tiene una superficie de 11,270 Km, y ocupa el 6% de la superficie del país

En 1993, se modificaron los límites de los municipios de Querétaro, Corregidora y Huimilpan integrando así la división política actual en 18 municipios.

2.1 Características económicas y productivas

Querétaro produce ganado de calidad: vacuno, caballar, lanar, porcino, caprino, mular, Asnal, y avícola.

En el terreno agrícola es un excelente productor de: aguacate, ajo, alfalfa, chile verde, fríjol, maíz, papa, trigo, maíz, camote, cacahuete, caña de azúcar, guayaba, limón, naranja, fresa, etc. En el renglón forestal hay pino, encina, mezquite, etc. En la industria es también considerada una entidad muy fuerte en electricidad y en lo textil.

En el renglón mineral ópalos, oro, plata, cobre, sulfuros, granates de hierro, calcedonia, etc.

2.2 Características sociales

Los principales centros de población son la capital del estado Querétaro con 641,386 habitantes, San Juan del Río con 1,79,668 habitantes, Corregidora con 74,558, El Marqués 71,397, Amehalco de Bonfil 54,591 y Cadereyta de Montes 51,790.

2.3 Características ambientales

Hay dos sistemas orográficos, Al norte la Sierra Madre Oriental (Sierra Gorda), al sur el Eje Neovolcánico (Sierra Queretana) y a centro oeste la Mesa del Centro.

Las aguas del Estado pertenecen a dos vertientes, La del Golfo de México al Norte y el Este afluentes al río Pánuco y del Pacífico a Oeste del Estado, que forman parte del río Lerma. El clima se encuentra dentro de la Zona Tórrida al Sur del Trópico de Cáncer generalmente el clima es tropical y subtropical con ligeras oscilaciones. Y en algunas regiones semi frío ocasionalmente.

3 El Modelo de Labranza de Conservación para productores de Jalisco y Querétaro

3.1. Antecedentes en Jalisco y Querétaro

En México, el modelo de labranza de conservación se empezó a aplicar con pequeños productores organizados en el estado de Guanajuato en la década de 1980⁴⁷. El resultado fue el mejoramiento de los sistemas de producción y se percibieron expectativas para su posible replicación en otras regiones.

La Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural, A. C. (FMDR), desarrolló un proyecto de labranza de conservación para productores organizados de maíz en Jalisco y Querétaro. Desde hace más de cinco años se ha realizado.⁴⁸ De acuerdo con el estudio, inicialmente se estableció una etapa exclusiva de capacitación y promoción; se establecieron parcelas demostrativas y se organizó a un grupo de difusión con productores y técnicos de FIRA que capacitaron a productores de cada estado en la metodología del sistema de conservación. El modelo se ha aplicado mediante procedimientos específicos (modelo “productor-experimentador” en Jalisco y “querer-saber-poder” en Querétaro).

⁴⁷ Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural, Labranza de Conservación con pequeños productores de Jalisco y Querétaro: Una estrategia comprobada de desarrollo sustentable

⁴⁸ Idem.

El proyecto de Labranza de Conservación diseñado para el estado de Querétaro y Jalisco de la FMDR fue motivado por la reducción progresiva de la rentabilidad financiera de la agricultura de granos provocada entre otros factores por el aumento constante de los costos de los insumos y es estancamiento de los precios de los productos además de la reducción de fertilidad del suelo que obligó a incrementar los gastos de insumos para mantener niveles de producción rentables.

Nuestra investigación pretende analizar las experiencias exitosas en Jalisco y Querétaro con pequeños productores con el fin de identificar las ventajas productivas, económicas y ambientales que representa para los agricultores cambiar de sistema productivo y tener la posibilidad de aplicar el sistema de labranza de conservación en otras regiones con características similares.

De las observaciones hechas por FMDR, se obtuvo el resultado del trabajo de productores organizados después de aplicar labranza de conservación a 2,210 hectáreas de maíz por tres años y las ventajas productivas, económicas y ambientales que se identificaron. Para los tres años que se presentan, los beneficiarios y la superficie cultivable permanece constante⁴⁹.

3.2. Organización de los productores

Conforme al proyecto de estos productores, las características típicas de ambas regiones son similares.

La población radica en pequeñas comunidades rurales con servicios básicos. Se trata de productores de ingresos medios y bajos que en promedio perciben un salario mínimo equivalente a **\$41.53 diarios**.⁵⁰ Los productores que se dedican a la agricultura en su mayoría son de edad avanzada (40 años). Los jóvenes trabajan en las fábricas, de albañiles o emigran a los Estados Unidos.

⁴⁹ Idem.

⁵⁰ Comisión Nacional de Salarios Mínimos, STPS, 2003.

De acuerdo al estudio y las visitas posteriores realizadas encontramos que cuando les consignan la parcela a los productores y trabajan bajo el sistema de labranza convencional, suelen venderlas porque no tienen interés o recursos suficientes para seguir sembrando. El estudio muestra que la falta de expectativas provoca el abandono del campo.⁵¹ Para el caso de las experiencias de productores que aplican labranza de conservación en sus parcelas, los resultados son contrarios a lo antes descrito.⁵²

La mayor parte de la propiedad es ejidal y el tamaño promedio de las parcelas va de cuatro a ocho hectáreas.

La labranza de conservación se desarrolló en dos estados, Jalisco y Querétaro tienen diferencias, pese a que tienen en común el sistema de conservación, sin embargo Jalisco trabajó bajo el modelo “productor-experimentador” y Querétaro trabajó bajo el modelo “querer-saber-poder”. Es decir los productores organizados auto analizan constantemente sus procesos productivos se auto evalúan y aplican mejoras.⁵³

3.2.1. Querétaro

En la región de Querétaro FMDR trabajó con dos tipos de productores:

Tipo 1. Campesinos con parcelas de riego y con posibilidades de tener maquinaria agrícola; el número de hectáreas va de 3 a 8.

Tipo 2. Campesinos con parcelas de temporal; el número de hectáreas oscila entre 4 y 8.

En ambos casos, la adopción de labranza de conservación se consideró como un proceso educativo y de capacitación. Los productores recibieron cursos de capacitación sobre labranza de conservación, control de malezas y elaboración de abono.⁵⁴

⁵¹ FMDR, Op., Cit.

⁵² Visita de campo a Jalisco y Querétaro

⁵³ El Modelo Productor Experimentador se basa en la participación de los productores en el proceso de desarrollo de nuevas tecnologías, con el fin de comprender la realidad y aumentar su capacidad para tomar decisiones.

⁵⁴ FMDR, Op., Cit.

3.2.2. Jalisco

En la región de Jalisco, las parcelas son de temporal, los productores fueron organizados en grupos que auto evalúan constantemente sus procesos productivos. Los productores elaboraron su semilla y fertilizante que tiene características orgánicas (abonasa). Las ventajas tecnológicas de la abonasa es que se trata de una técnica sencilla mediante la cual se obtiene fertilizante con nutrientes disponibles y con gran capacidad de retención de humedad y acorde a las condiciones minerales y biológicas del suelo. Las ventajas económicas para los productores fueron que utilizan sus propios recursos, lo que representa que sus costos de producción sean menores en comparación con otros modelos de producción reflejándose en los rendimientos.⁵⁵

Se pretende demostrar la viabilidad de aplicar labranza de conservación en la producción de granos básicos con el fin de reducir costos y aumentar la fertilidad del suelo mediante la incorporación de residuos orgánicos de la cosecha anterior.

3.3. Superficie Beneficiada, municipios y productores

Estatualmente la superficie se distribuyó de la siguiente manera: 245 hectáreas de maíz en Querétaro y 1,965 hectáreas de maíz en Jalisco.

En Querétaro los municipios en donde se desarrolló el proyecto de labranza de conservación fueron:

☒☒ Pedro Escobedo

☒☒ Marqués

☒☒ Colón

☒☒ Querétaro

⁵⁵ Idem.

En Jalisco los municipios involucrados fueron los siguientes:

☞☞San Martín Hidalgo

☞☞Zapotlanejo

☞☞Teuchitlán

☞☞Cocula

☞☞Acatic

☞☞Gómez Farías

☞☞Zapotiltic

☞☞Zapotlan

☞☞Jocotepec.

Los beneficiarios directos fueron 532 productores. De estos, 204 se encuentran en Querétaro y 328 en Jalisco. Considerando que el promedio de miembros de familia es de cinco personas, la población beneficiada fue de 2,660 personas.⁵⁶ Es importante advertir que todos son productores organizados, es decir son grupos de trabajo que se auto regulan, y evalúan.⁵⁷

3.4 Aplicación de labranza de conservación en el cultivo de maíz

El desarrollo y aplicación del proyecto por los productores organizados de labranza de conservación se realizó de la siguiente manera:

Se organizaron grupos de productores; que fueron capacitados por técnicos de FIRA y se establecieron parcelas piloto en donde se comprobó algunos resultados.

Los productores elaboraron su propio abono orgánico (abonasa).

La abonasa disminuye el problema de acidez del suelo presente en la mayor parte de los suelos sometidos constantemente a la labranza convencional. Las ventajas fueron el

⁵⁶ Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI

⁵⁷ Un beneficio adicional de los productores organizados es que existe mayor probabilidad de recibir recursos y capacitación dentro de Programas gubernamentales si están organizados, que si son independientes (sobre todo en los productores pequeños que es la mayoría de los productores de maíz).

incremento de la retención de humedad, y los niveles de minerales necesarios del suelo, además de que los productores emplearon sus propios recursos reduciendo sus costos de producción e incrementando el rendimiento de maíz por hectárea. De acuerdo a las experiencias de los productores el suelo tardará en recuperar su fertilidad entre 4 a 6 años.

Conforme a las entrevistas realizadas a los productores se encontró que al final de cada ciclo agrícola, se reúnen para cualificar y cuantificar los resultados del proyecto de labranza de conservación. Un elemento importante que consideraron los productores en el estudio, es la difusión; al final de cada ciclo agrícola los grupos de productores se organizaron para compartir sus experiencias en otras comunidades rurales a fin de generar un efecto multiplicador en otros grupos al sistema de labranza de conservación, por medio de reuniones e invitaciones a las parcelas cultivadas.

4. RESULTADOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ CON LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y LABRANZA CONVENCIONAL

4.1. QUERÉTARO

4.1.1. Efectos Productivos

Al finalizar los tres años programados de aplicación de labranza de conservación en Querétaro por la FMDR las mejoras productivas obtenidas en la producción de maíz fueron las siguientes:

- ☞ Reducción de costos de producción
- ☞ Reducción y cambio de actividades para cultivar maíz
- ☞ Incremento del rendimiento por hectárea

Con la labranza de conservación se encontró que para una superficie de 245 hectáreas en Querétaro en el primer año se obtuvieron 1,960 toneladas de maíz, para el segundo y tercer año se obtuvieron 4,050 toneladas y 6,000 toneladas respectivamente.

El costo de producción de maíz por hectárea en Querétaro, disminuyó 19% al cambiar de labranza convencional a labranza de conservación en el tercer año de aplicación.

CUADRO 14
QUERÉTARO, COSTOS DE LABRANZA CONVENCIONAL
Y LABRANZA DE CONSERVACIÓN POR HECTÁREA

	Labranza Convencional	Labranza Conservación *
Costo Producción/Ha	\$8,623.00	\$7,022.00
Reducción del costo ha (%)	----	19.0%

* Información al tercer año de aplicación con Labranza de conservación

Fuente: Elaboración propia con datos de FMDR

Las actividades para siembra de maíz se redujeron ya que los productores dejaron de realizar barbecho, rastra y surcado (limpiar y quemar los restos de la cosecha anterior), una de las principales actividades en la labranza convencional. Con labranza de conservación se incrementó el control de malezas y la conservación de paja en las parcelas que en la labranza convencional no es usada comúnmente. Benjamín Ávila productor de San Pedro Escobedo afirma que ha reducido su tiempo de trabajo para preparar el suelo con labranza de conservación en una semana y que eso le ha permitido reducir sus costos de producción y diversificar sus actividades en el campo.⁵⁸

El uso y aplicación de herbicidas y/o insecticidas fue una de las actividades fundamentales en el sistema de labranza de conservación; en el primer año de aplicación la cantidad y costo de herbicidas utilizados en este sistema fue mayor que en labranza convencional; para el segundo y tercer año se redujeron las cantidades aplicadas de este insumo. El incremento en el uso de herbicidas en labranza de conservación se debe a la necesidad de

⁵⁸ Productor en Labranza de Conservación, Municipio de Pedro Escobedo , Querétaro

controlar las plagas que pueden ser frecuentes en los primeros ciclos agrícolas cuando se cambia de un sistema a otro. Conforme se avanza en la curva de aprendizaje, se reducen las dosis y los costos aplicados en herbicidas.⁵⁹

Los productores de maíz en Querétaro consideran que para tener éxito en la producción con labranza de conservación es fundamental controlar las malezas con herbicidas; esto ha sido una de las limitantes para muchos de los campesinos, ya que cuando empiezan a aprender y aplicar labranza de conservación en sus parcelas se reproducen muchos y diferentes tipos de malezas, y si los campesinos están aprendiendo a controlarlas, les parece difícil hacerlo y en muchos casos temen dañar las plantas de maíz.⁶⁰

Finalmente han organizado reuniones de capacitación por los productores más experimentados y Avelino Fernández el agrónomo que los asesora.⁶¹

“...el primer año fácilmente crecen malezas, cuando se va dejando de remover el suelo con los años, la maleza va dejando de salir.....”⁶²

El rendimiento evalúa las toneladas de maíz producidas en una hectárea; con labranza convencional en Querétaro, se obtenían 4 ton/ha; al cambiar al sistema de labranza de conservación el rendimiento máximo alcanzado fue de 10 ton/ha para el tercer año del proyecto.⁶³

⁵⁹ Ibid, p 9

⁶⁰ Es en esta etapa (fertilización y control de malezas) cuando los productores pueden abandonar el sistema de Conservación ya que se desesperan y no aprenden a controlar las malezas.

⁶¹ Los productores en Querétaro han comenzado a experimentar con sustancias orgánicas para controlar las malezas e incrementar el rendimiento. Actualmente están probando con abono y cultivos lácteos.

⁶² Productores en Labranza de Conservación en maíz en el estado de Querétaro.

⁶³ Ibid., P. 9

Cuadro 15
QUERÉTARO, RENDIMIENTO DE MAÍZ EN LABRANZA CONVENCIONAL
Y LABRANZA DE CONSERVACIÓN TON/HA

	Labranza convencional	Labranza de conservación		
	Querétaro	Querétaro		
		1 er año	2º año	3er año
Costos de producción \$/ton	2,156	1,096	867	702
Rendimiento (ton/ha)	4	8	9	10
Reducción de Costos de producción \$/ton (%)		96.64%	148.74%	207%

Fuente: Elaboración propia con datos de FMDR, Labranza de Conservación con Pequeños Productores de Jalisco y Querétaro: Una Estrategia Comprobada de Desarrollo Sustentable, 2003

4.1.2 Efectos Económicos

De acuerdo con la información de la investigación de labranza de conservación realizada por FMDR y los productores de Querétaro los costos para producir maíz bajo ambos sistemas se presentan de la siguiente forma:

1. Costos totales

Los costos totales por tonelada están determinados por los costos de producción por tonelada. Para ambos casos se consideró un periodo de tres años.

El costo total en Querétaro con el sistema de labranza convencional fue de 8,623; en el modelo de labranza de conservación el costo obtenido fue de 8,770 para el primer año, de 7,800 para el segundo año y de 7,022 para el tercer año.⁶⁴

2. Costos de producción \$/ton.

En el cuadro 16, se muestran los costos de producción por hectárea en el sistema convencional y en el sistema de labranza de conservación en la producción de maíz. En Querétaro el costo de producción por tonelada pasó de 2,156 \$/ton en el sistema convencional a 1,096 \$/ton en el primer año de labranza de conservación, 867 \$/ton en el segundo año y hasta 702 \$/ton en el tercer año.

⁶⁴ \$/ton = pesos gastados por cada tonelada de maíz cultivado

CUADRO 16
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE QUERÉTARO

	Labranza Convencional	Labranza de conservación		
	Maíz	1er año Maíz	2o año Maíz	3er año Maíz
Barbecho	500			
Rastra	500			
Surcado	200			0
Siembra	100	500	420	350
Semilla	1,328	1,328	1,328	1,328
Melgueo		0	0	0
Riego siembra	550	720	610	560
3 riegos auxilio	1,580	1,416	1,323	1,215
2 escardas	500			0
Herbicida	350	750	650	554
Fertilizante	1,905	2,400	2,100	1,905
Aplicación de fertilizante	200	336	250	200
Insecticida	280	510	389	280
Aplicación de insecticida	150	150	150	150
Regador	480	660	580	480
Trilla				
Acarreo				
Costo total	8,623	8,770	7,800	7,022
Producción promedio ton/ha	4	8	9	10
Costo por tonelada \$/ton	2,156	1,096	867	702

Fuente: Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural

4.1.3. Inversión total inicial

Para poner en práctica la labranza de conservación fue necesario efectuar una inversión fija y diferida. Las fijas incluyen maquinaria y equipo; mientras que la inversión diferida contempla los rubros de capacitación, asistencia técnica, estudios, entre otros.

1. Inversión Fija

De acuerdo a la investigación realizada inicialmente se pensó en elaborar una máquina especializada en labranza de conservación debido a los altos costos de los equipos en México. En Querétaro, los productores elaboraron una sembradora mecánica especial que originalmente tuvo un costo de 185,000 pesos para todo el grupo; después adquirieron maquinaria de hasta 75 mil pesos, lo cual reduce significativamente sus costos ampliando la posibilidad de que un mayor número de productores adquieran este tipo de equipo.

2. Inversión diferida

La inversión diferida se distribuye en: asistencia técnica, estudios y capacitación. En el sistema de labranza de conservación, los productores de Querétaro destinaron 320,000 pesos.

4.1.4. Capital de trabajo

El cálculo del capital de trabajo del proyecto en Querétaro se realizó considerando tanto las actividades previas a la siembra así como los insumos, materias primas, maquinaria equipo, cosecha, comercialización y actividades de difusión e información posteriores.

(véase cuadro 17)

CUADRO 17.
CAPITAL DE TRABAJO DEL MAÍZ, QUERÉTARO

<i>Concepto</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
1. Ingresos	0	0	0	0	637,000	637,000	0	0	0	0	637,000	637,000
2. Costos de operación	39,325	39,325	44,325	39,325	39,325	44,325	39,325	39,325	44,325	39,325	39,325	44,325
3. Flujo de efectivo (1-2)	-39,325	-39,325	-44,325	-39,325	597,675	592,675	-39,325	-39,325	-44,325	-39,325	597,675	592,675
4. Flujo de efec. Acum.	-39,325	-78,650	-122,975	-162,300	435,375	1,028,050	988,725	949,400	905,075	865,750	1,463,425	2,056,100

Fuente: Elaboración propia con datos de FMDR

4.2. JALISCO

4.2.1 Efectos productivos

Con la labranza de conservación se encontró que para una superficie de 1,965 hectáreas en el primer año se obtuvieron 9,825 toneladas de maíz, para el segundo y tercer año se obtuvieron 13,509 toneladas y 18,422 toneladas cultivadas respectivamente.

Para Jalisco la reducción de los costos de producción al cambiar de labranza convencional a labranza de conservación fue de 42%.

Cuadro 18
JALISCO, COSTOS DE LABRANZA CONVENCIONAL Y LABRANZA DE CONSERVACIÓN
POR HECTÁREA, EN JALISCO

	Labranza Convencional	Labranza Conservación *
Costo Producción/Ha	\$7,307.00	\$4,218.00
Reducción del costo (%)	----	42.00%

* Información al tercer año de aplicación con Labranza de conservación

Fuente: Elaboración propia con datos de FMDR

En Jalisco también las actividades productivas se redujeron al cambiar de labranza convencional a labranza de conservación; se suprimieron el barbecho, rastra, cruza y surcado.

Las experiencias en el control de malezas ha sido muy semejante al de otros productores con labranza de conservación. La aplicación del tipo de herbicida depende del tipo de malezas que crecen.

De acuerdo a las experiencias, los productores expresaron su temor a dañar la plántula de maíz si aplicaban herbicidas cuando están muy pequeñas y dejan crecer la planta un poco más, pero en ocasiones la maleza crece y daña la planta de maíz. Por lo que se recomienda la aplicación de herbicidas cuando ambas son plántulas.

“... entre más pequeñas estén las malezas, es más fácil combatirlas, es decir tiene que ser siempre en los primeros días de haber nacido la planta.”⁶⁵

En Jalisco, el costo de producción por aplicación de herbicidas e insecticidas fue menor cuando se trabaja con labranza de conservación que cuando se trabajaba con labranza convencional; de acuerdo con los productores de maíz esto se debió a los conocimientos previos de control de malezas y plagas que tenían.

Con labranza de conservación el rendimiento máximo alcanzado en el tercer año para el cultivo de maíz fue de 10 ton /ha, mientras que en labranza convencional era de 5 ton/ha al año. Es decir un crecimiento del 20% respecto del segundo. El incremento en el rendimiento es menor que en el estado de Querétaro debido a que el suelo estaba altamente erosionado (*véase cuadro 19*).

CUADRO 19
JALISCO, RENDIMIENTO DE MAÍZ EN LABRANZA CONVENCIONAL
Y LABRANZA DE CONSERVACIÓN TON/HA

	Labranza	Labranza de conservación		
	convencional	Jalisco		
	Jalisco	1 er año	2º año	3er año
Costos de producción \$/ton	1,461	1,084	945	703
Rendimiento (ton/ha)	3	5	5.5	10.0
Reducción de Costos de producción \$/ton (%)		34%	54%	107%

Fuente: FMDR, Labranza de Conservación con Pequeños Productores de Jalisco y Querétaro: Una Estrategia Comprobada de Desarrollo Sustentable, 2003

4.2.2 Efectos Económicos

1. Costos totales

Los costos totales de producción en Jalisco en el sistema convencional fueron de \$7,307 determinados por los costos de producción y fue considerado un periodo de tres años.

⁶⁵ Armando Jacintos, productor de maíz en Labranza de Conservación en Jalisco.

El costo total en Jalisco con el sistema de labranza de conservación fue de 5,420 en el primer año, de 5,198 en el segundo año y 4,211 en el tercer año.

2. Costos de producción

En el cuadro 20, se muestran los costos de producción por hectárea en el sistema convencional y el sistema de labranza de conservación en la producción de maíz. En Jalisco el costo de producción por tonelada pasó de 1,461 \$/ton en el sistema convencional a 1,084 \$/ton en el primer año de labranza de conservación, 945 \$/ton en el segundo año y 703 \$/ton en el tercer año.

CUADRO 20.
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE JALISCO

	Convencional	Labranza de conservación		
		1er año	2o año	3er año
		Maíz		
Barbecho	350	0	0	0
Rastra y cruza	400	0	0	0
Surcado	450	0	0	0
Siembra	300	300	240	200
Semilla	875	875	875	875
Herbicida	760	615	500	433
Fertilizante	2,000	2,000	1,650	1,050
Aplicación de fertilizante	300	300	230	200
Insecticida	600	600	480	300
Aplicación de insecticida	150	150	100	100
Regador	372	373	373	340
Trilla	550	550	550	540
Acarreo	200	200	200	180
Costo total	7,307	5,963	5,198	4,218
Rendimiento (ton/ha)	5.0	5.0	5.5	6.0
Costo por tonelada	1,461	1,084	945	703

Fuente: Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural A. C.

4.2.3. Inversión Total Inicial

Para poner en práctica la labranza de conservación fue necesario efectuar una inversión fija y diferida.

El cálculo de las inversiones se dividió en inversión, fija y diferida. Las fijas incluyen maquinaria y equipo, para lo cual en Jalisco se estimaron en 379,000.00 pesos durante los 3 años del proyecto; mientras que la inversión diferida contempló los rubros de capacitación, asistencia técnica, estudios, entre otros y se calculó para éste proyecto en 2,584,399.00 pesos.

4.2.4. Capital de trabajo

El cálculo del capital de trabajo del proyecto en Jalisco se realizó considerando tanto las actividades previas a la siembra así como los insumos, materias primas, maquinaria equipo, cosecha, comercialización y actividades de difusión e información posteriores.

El cuadro 21 muestra el capital de trabajo necesario para realizar las actividades del proyecto.

CUADRO 21.
CAPITAL DE TRABAJO DEL MAÍZ, JALISCO

<i>Concepto</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	
1. Ingresos	0	0	0	0	3,193,125	3,193,125	0	0	0	0	3,193,125	3,193,125
2. Costos de operación	115,266	115,266	161,039	115,266	115,266	161,039	115,266	115,266	161,039	115,266	115,266	161,039
3. Flujo de efectivo (1-2)	-115,266	-115,266	-161,039	-115,266	3,077,859	3,032,086	-115,266	-115,266	-161,039	-115,266	3,077,859	3,032,086
4. Flujo de efec. Acum..	-115,266	-230,532	-391,571	-506,837	2,571,022	5,603,108	5,487,842	5,372,576	5,211,537	5,096,271	8,174,130	11,206,216

Fuente: Elaboración propia con datos de FMDR

4.3 Cuestionario

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN SUS EFECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LOS ESTADOS DE JALISCO Y QUERÉTARO

1.- Edad del productor

20 a 30 años 31 a 40 años 41 a 50 años 51 o más

2.- Nivel máximo de estudios

no sabe leer ni escribir no fue ala escuela pero sabe leer y escribir

primaria secundaria otro

3.- Número de integrantes de familia

1 a 3 4 a 6 7 a 9 10 o más

4.- Servicios con los que cuenta

Drenaje y alcantarillado Luz Agua salud

5.-¿Qué tipo de servicios de salud tienen en la comunidad?

Dispensarios médicos Centros de salud

Clínicas y hospitales otros

6.- Materiales con qué esta construida la vivienda

Tabique Adobe Lamina Madera Otros

7.-Alimentos que consumen regularmente

granos y semillas carne y derivados frutas y semillas

8.-¿Tiene fácil acceso a escuelas y de que nivel escolar son?

Si No

Primaria

Secundaria

Preparatoria

Otros

9.-¿Cuenta con días de descanso? Y ¿Qué actividades realiza?

Si NO

Explique_____

10.-¿A cuánto ascienden sus ingresos mensuales?

- Ninguno
- \$1.0 - \$500.0
- \$501.0 - \$700.0
- \$701.0 - \$1000.0
- \$1001.0 - \$1500.0
- \$1501.0 - ,mas

11.- ¿Qué tipo de sistema de cultivo aplica actualmente para el maíz?
 Labranza convencional Labranza de conservación

12.- ¿Cuánto tiempo lleva usando labranza de conservación en maíz?
alrededor de 7 años

13.- ¿Cuánto tiempo llevaba aplicando labranza convencional?

14.- ¿Qué tipo de labranza usaba anteriormente?
 Labranza convencional Labranza de conservación otra

15.- ¿Porqué abandonó el sistema de labranza anterior?
 Factores productivos

- ? de uso de maquinaria
- Elevado tiempo en horas-hombre
- Incremento progresivo del uso de fertilizantes y agroquímicos
- Reducción del rendimiento por hectárea
- Producto de menor calidad

Factores económicos

- Altos costos de producción
- Incremento permanente de insumos
- Difícil acceso a crédito
- Escasos o nulos ingresos
- Incremento del uso de insumos por hectárea

Factores ambientales

- Reducción de fertilidad del suelo
- Incremento de erosión en la zona de cultivo
- ? de compactación del suelo
- Incremento de plagas
- Reducción de vida orgánica
- ? del a temperatura superficial del suelo

16.- ¿Cuáles son los motivos por los que comenzó a utilizar la labranza de conservación?

- Le dieron capacitación
- Otorgaron ayuda económica
- Interés de probar
- Recomendación de otro productor
- Se unió a un grupo de productores organizados
- Le demostraron que el sistema es mejor y se convenció

17.-¿Por qué razón continúa utilizando para el cultivo de maíz labranza de conservación?

Factores económicos

- Reduce el tiempo de laboreo
- La forma de aplicar el sistema es más sencilla
- Utiliza poca maquinaria o nula
- Los insumos empleados son mínimos
- Aplica sólo abonos
- Dejó de usar maquinaria pesada
- El principal insumo son desechos de la cosecha anterior
- ? del rendimiento por hectárea
- ? la calidad del producto
- Se puede iniciar a aplicar fácilmente

Factores Económicos

- Reduce costos de producción
- Incrementa el ingreso por tonelada
- Reducción de costo en el uso de abonos y fertilizantes
- Disminuye el costo de inversión en maquinaria
- Programas de instituciones de gobierno que facilitan crédito a productores que apliquen
- Mejoras en el nivel de vida de las familias

Factores ambientales

- Incremento de humedad
- Reducción de temperatura en el suelo
- Reducción de la compactación del suelo
- Incremento de fertilidad
- Reducción paulatina de la erosión
- ? de la vida orgánica en el suelo
- ? de nutrientes

18.-¿Cuáles son los principales insumos empleados en la labranza de conservación?

- Restos de cosecha anterior
- Semillas
- Sembradora especial para labranza
- Agua

- fertilizantes y abonos
- Otros

19.- ¿Ha aplicado labranza de conservación a otros productos que siembra?

- Si
- No

20.- ¿Qué es lo que considera para poder sembrar y para poder cambiar el sistema que lo hace?

- Recursos con que cuenta
- Ganancias que obtendrá
- Reducción del tiempo de trabajo
- Sistema que sea redituable a:
 - Corto plazo
 - Mediano plazo
 - Largo plazo
- No considera nada
- Acceso a crédito
- Incremento de utilidades
- Ambientalmente no sea seguro

21.- Actualmente, ¿cambiaría de sistema de labranza?

- Si
- No

22.- Recibió la capacitación previa para aplicar este sistema?

- si
- no

23.- ¿Considera de mejor calidad su producto utilizando labranza de conservación?

- Si
- No

24.- Aplicaría en un futuro labranza de conservación para otros cultivos?

- Si
- No

25.- Existen límites para emplear labranza de conservación

- Capacitación previa
- Recursos
- Tecnología
- Otros

26.- Existen diferencias en la condición física del suelo al cambiar de labranza convencional a labranza de conservación?

- Si
- No

27.-¿En qué condiciones se encontraba el suelo cuando usaba labranza convencional?

- Reducción de humedad
- Reducción de materia viva (orgánica)
- Incremento de la temperatura del suelo
- Encostramiento
- compactación del suelo
- Elevados escurrimientos
- Pérdida de suelo fértil
- Erosión del suelo
- Desertificación

28.-¿Cuáles son los cambios que ha notado al aplicar labranza de conservación?

- Retención de humedad
- Incremento de materia viva (orgánica)
- Reducción de la temperatura del suelo
- No se dan encostramientos
- Reducción de la compactación del suelo
- filtración
- Menor pérdida del suelo
- Reducción significativa de la erosión

29.-¿Cuál de los dos sistemas es ambientalmente menos dañino?

- Labranza convencional
- Labranza de conservación

30.- ¿Considera importante los problemas ambientales en su sistema de producción?

- Si
- No

31.-Al elegir la forma en que va a producir maíz toma en cuenta los beneficios ambientales del mismo?

- Si
- No

32.- Existen desventajas de utilizar labranza de conservación?

- No
- Hay que controlar malezas
- Hay que tener vegetación para cubrir el suelo

Comentarios _____

Experiencias de visita a Querétaro

De acuerdo al cuestionario realizado en la visita de campo al municipio de El Marqués y Pedro Escobedo, en Querétaro se obtuvieron los siguientes resultados:

Avelino Hernández, el agrónomo que asesora a los productores nos acompañó durante toda la visita.

Se entrevistaron a productores de maíz que aplican labranza de conservación y que anteriormente aplicaban labranza convencional.

El área de las parcelas donde siembra esta entre 2 y 5 km de distancia de la comunidad donde viven los productores. Tanto en Pedro Escobedo como en El Marqués los servicios se pueden describir como sigue. Las casas en las que viven los productores que entrevistamos son casas pequeñas de ladrillo y techos de cemento y/o lamina. Cuentan con agua, luz, electricidad, centros de salud dentro del pueblo, escuelas primarias y secundarias. Algunas calles del pueblo son pavimentadas y otras sólo son de terracería.

El nivel de escolaridad máximo entre los productores es la secundaria, por lo que todos saben leer y la mayoría de ellos han tomado cursos de capacitación para la siembra.

Encontramos que las familias de los productores son de cinco miembros en promedio y los productores tienen edades entre 30 y 40 años aproximadamente.

Los productores entrevistados que siembran maíz en Pedro Escobedo, con el sistema de labranza de conservación, anteriormente lo hacían en labranza convencional; afirmaron que, han abandonado dicho sistema porque dejó de generar los ingresos suficientes para vivir según Benjamín Ávila

“Con labranza convencional gastábamos más en sembrar y cosechar que el dinero que recuperábamos al vender el maíz”

También confirmaron que el rendimiento máximo alcanzado en labranza convencional fue de 3 toneladas por hectárea.

Otro argumento por lo que los productores abandonaron la labranza convencional fue el alto grado de erosión que alcanzaron sus parcelas. Éstas estaban llenas de terrones que cada vez era más complicado y costoso deshacer.

De acuerdo a las experiencias de los productores entrevistados se confirmó que el rendimiento promedio en labranza convencional fue de 5 toneladas por hectárea de maíz.

Con labranza de conservación los resultados encontrados fueron los siguientes:

Reducción del tiempo de trabajo (trabajo en parcelas) por ciclo productivo. Según los productores se disminuyó en una semana la preparación del suelo, pues trabajando con el sistema de labranza convencional se invierten de 13 a 14 días, mientras con el de conservación se invierten únicamente 8 días. Así como la cantidad de semilla que se emplea para sembrar por hectárea.

Disminución del agua gastada para riego en media hora por hectárea a la semana.

Incremento del rendimiento de maíz de hasta 10 toneladas por hectárea.

Reducción de los costos de producción por hectárea. Los productores coincidieron que en promedio el costo de producción de una hectárea de maíz en labranza convencional es de \$12,500.00 y que en labranza de conservación es de \$9,300.00. Es decir, hay una reducción del 34% en sus costos de producción por hectárea.

Incremento de los ingresos por hectárea de hasta del 50% ya que el precio al que venden el maíz es de \$1,600.00 \$/ton en la industria es decir en una hectárea ganan 16000 pesos en labranza de conservación y 8,000 pesos en labranza convencional.

Facilidad de acceso a programas de gobierno que apoyan a los productores de que aplican labranza de conservación.

Los productores tienen la posibilidad de diversificar sus actividades agrícolas y de comercialización.

Actualmente están negociando como grupo de crédito para comprar silos y almacenar el maíz para temporadas en que aumenta el precio de éste.

Ambientalmente los principales cambios que los productores encontraron con labranza de conservación fue:

Incremento de humedad en el suelo.

Incremento de materia orgánica

Reducción de las terrazas en las parcelas

Reducción de la compactación del suelo (más esponjado)

En la visita de campo encontramos que los productores que actualmente llevan labranza de conservación manifestaron estar convencidos con los resultados de aplicar el sistema y ninguno de ellos ha pensado en regresar al sistema de labranza convencional.

Sin embargo los productores creen que las principales desventajas en el sistema de labranza de conservación es el control de malezas y que es necesario recibir una buena capacitación sobre esto; a muchos productores les parece complicado capacitarse por lo que prefieren no aplicar el sistema.

Otra limitante para los productores de El Marqués y Pedro Escobedo, es el cambio de mentalidad; en su mayoría toda la vida se han dedicado a aplicar labranza convencional y para ellos es prácticamente imposible creer que sembrando en seco y sin remover la tierra va a germinar la semilla.

De acuerdo a los productores de la comunidad de Pedro Escobedo se han dado casos en donde algunos productores han alcanzado hasta 12 toneladas por hectárea por ciclo agrícola y el siguiente ciclo lo han abandonado por la dificultad de cambiar de hábitos; aún cuando en el sistema anterior obtenían 5 toneladas por hectárea

Sin embargo a pesar de la resistencia de los productores se han organizado para capacitar y ayudarse y para invitar a nuevos productores que apliquen el sistema.

La principal dificultad ha sido saber controlar las plagas y usar los herbicidas y sustancias, para su control y el cambio de costumbres al usar labranza de conservación.

Experiencias de visita a Jalisco

De la visita a las parcelas en Jalisco, los resultados encontrados son los siguientes:

Los productores de Jalisco son personas con edades entre 30 y 60 años, han recibido la tierra principalmente por herencia. Tienen parcelas ejidales de 4 hectáreas en promedio. Son familias de 4 a 6 miembros.

Las comunidades que visitamos fueron Zapotitlán de Hidalgo, Gómez Farías y Zapotlanejo.

En Jalisco los productores viven cerca de las parcelas y están organizados en cooperativas y también de manera independiente; las comunidades cuentan con servicios de agua, drenaje, pavimentación, luz, servicios de salud y escolares. Las casas son de ladrillo y cemento y sus parcelas están a las orillas de la zona habitacional. Para un productor el tiempo promedio que tarda en llegar de su casa a su parcela es de 10 minutos aproximadamente.

El nivel máximo de estudios de los productores es la primaria. Todos saben leer y escribir. Los productores trabajan únicamente bajo el sistema de temporal y su principal producto que siembran es el maíz; en el ciclo primavera –verano que va de Mayo a Diciembre, en el otro ciclo agrícola abarca de enero a abril, cultivan diferentes semillas (sorgo, cebada)

El maíz que siembran es blanco, pese a que el maíz amarillo se vende a un mejor precio, el rendimiento del maíz blanco es mayor además que parte de su cosecha se destina al consumo, mientras que el maíz amarillo todo se destina a la venta de la agroindustria.

Los productores han manifestado que comenzaron a aplicar labranza de conservación porque recibieron asistencia técnica gratuita por técnicos de SAGARPA, posteriormente, les fueron demostrados casos exitosos con labranza de conservación.

Adicionalmente el éxito de labranza de conservación en rendimientos y de acuerdo a las experiencias de los productores, la principal motivación fue que les aseguraron que los costos de producción serían menores bajo este sistema.

“Se redujeron los costos de producción como en 30% con relación a lo que gastaba en producir con labranza convencional”⁶⁶

De acuerdo a las experiencias de los productores en labranza convencional, los costos de producción son de \$9,565.00 por hectárea y en labranza de conservación tienen un costo de producción de \$5,500.00 por hectárea.

Para los productores de Jalisco aplicar labranza de conservación ha sido la alternativa que les ha permitido no abandonar sus parcelas ya que con labranza tradicional sus ingresos eran menores que sus egresos.

La capacitación que les brinda un técnico de SAGARPA les ha permitido incrementar sus conocimientos sobre el sistema, en manejo de herbicidas, control de plagas, uso de fertilizantes, aplicación adecuada de semillas y uso de suelo. Una de las principales plagas que existen es el insecto barrenador, el cual les puede llegar a invadir sus parcelas impidiendo que crezca el maíz, afortunadamente controlable con avispas. Es importante mencionar que la capacitación que reciben es gratuita hasta hoy día y que si los productores se organizan, el técnico puede tramitar incorporarlos al Padrón de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria de SAGARPA (ACERCA) que es de \$300.0 por tonelada de maíz.

Tal estímulo no es otorgado cuando el rendimiento por hectárea supera las 13 toneladas

... “En la cosecha anterior el rendimiento fue de 13 toneladas por hectárea de maíz, para lo cual no hubo bonificación alguna por parte de ACERCA ya que argumentaban que el rendimiento era demasiado alto”⁶⁷

Los productores manifiestan los principales motivos que les hicieron cambiar de sistema agrícola.

?? Reducción de costos de producción

?? Comienzan a darse cuenta que la calidad del suelo mejora y se retiene el agua

⁶⁶ Antonio Hernández, productor con labranza de conservación en Jalisco, 2005

⁶⁷ Ofelia Machuco, Productora de maíz con labranza de conservación en Jalisco

?? Incremento del rendimiento por hectárea, usando labranza convencional el rendimiento promedio era de 5 toneladas mientras en la labranza de conservación pasó a ser de 10 toneladas por hectárea.

?? Apoyo por parte de FIRA “Programa semilla” que consiste en otorgar diez mil pesos a cada socio siendo éstos 155.

Oscar Arroyo productor de la comunidad de Zapotitlan de Hidalgo comenta: “aquí no se trata de explotar la tierra sino de que produzca y con labranza de conservación se preserva el suelo”.⁶⁸

Los beneficios ambientales son factor importante para que los productores continúen convencidos de las ventajas del sistema de labranza de conservación; considerando que es un sistema de temporal y que el suelo se cubre con mantillo, éste tiene mayor humedad debido a que capta una gran cantidad de agua de lluvia.

“Hace 2 años no hubo lluvia y sólo las parcelas con labranza de conservación lograron sus cosechas, todas las demás perdieron su producción”⁶⁹

Sin embargo aplicar labranza de conservación tiene algunas desventajas según los productores.

?? Es necesario capacitarse en el control de malezas, ya que el exceso de malezas genera malestar en los productores y en ocasiones llegan a desesperarse y a abandonar el sistema.

?? El primer año después de haber cambiado de labranza convencional a conservación puede ser que baje el rendimiento y con ello hay quienes no vuelven a repetir el sistema.

?? Corrupción; ya que ACERCA no hace llegar los recursos económicos a los productores cuando sus cosecha es buena.

Actualmente su grupo de productores tiene registrados a 155 socios.

⁶⁸ Oscar Arroyo , Productor de maíz con labranza de conservación en Jalisco

⁶⁹ Ofelia Machuco, productora de maíz con labranza de conservación en Jalisco.

Los productores han experimentado incremento en sus ingresos desde que cambiaron al sistema de labranza de conservación.

En labranza convencional, su rendimiento promedio era 5 toneladas por hectárea, por lo que en una parcela de 4 hectáreas se obtenían 20 toneladas; sus costos de producción por tonelada es de \$ 9545.00. En una parcela de 4 hectáreas el costo total era de \$38,260.00.

A un precio de venta de \$1350.00 por tonelada de maíz que es el precio a que vende a los intermediarios obtenían un ingreso total de \$37,800.00 por parcela.

Por lo que al final los productores tenían pérdidas de \$460.00

En el caso de labranza de conservación los ingresos han aumentado considerablemente:

Se alcanzan rendimientos de 10 toneladas por hectárea, en total por parcela obtienen 40 toneladas de maíz.

Sus costos de producción en labranza de conservación por hectárea son de \$5,500.00, es decir su costo total es de \$22,000.00.

Sus ingresos al mismo precio de venta por tonelada son de \$1,350.00 por lo tanto sus ingresos totales por 40 toneladas que se obtienen en una parcela de 4 hectáreas es de \$54,000.

Sus ganancias son de \$32,000.00 después de descontar sus costos de \$22,000.00

Pese a los beneficios de la labranza de conservación, existe una resistencia de los productores más grandes por adoptar el sistema, principalmente es la negación al cambio de ideología y la creencia de que los rendimientos se reducirán.

... “Ofelia manifiesta que uno de los elementos fundamentales en su cooperativa, es la disposición al cambio de mentalidad, que en éste caso implica cambios en el sistema productivo”.

Por otra parte, para los productores el cultivo de maíz no es su principal fuente de ingresos, sino mas bien un ingreso adicional ya que dependen principalmente de las remesas de los Estados Unidos y de pequeños negocios o tiendas que tienen dentro de la comunidad.

En ocasiones los productores prefieren rentar sus pequeñas parcelas, que cultivar en ellas.

Finalmente los productores que actualmente aplican labranza de conservación expresaron que con este sistema han tenido éxito por lo que bajo ninguna circunstancia regresarían al sistema convencional.

4.4 Efectos ambientales del sistema de labranza de conservación y del sistema de labranza convencional.

De acuerdo a la investigación realizada por Villar Sánchez⁷⁰ y Uribe Sergio⁷¹ en donde hacen una estimación comparativa del impacto ambiental en la pérdida de suelo fértil al producir maíz por medio del modelo WEPP (Water Erosion Prediction Project), en la zona de la Frailesca en Chiapas; determinan que el sistema de labranza de convencional puede dejar de producir en 90 años mientras que el sistema de labranza de conservación continúa manteniendo su productividad; además de llegar a la conclusión de que la pérdida promedio de suelo en México al cultivar maíz es de 4.9 ton/ha en labranza convencional y de 2 ton/ha en labranza de conservación.

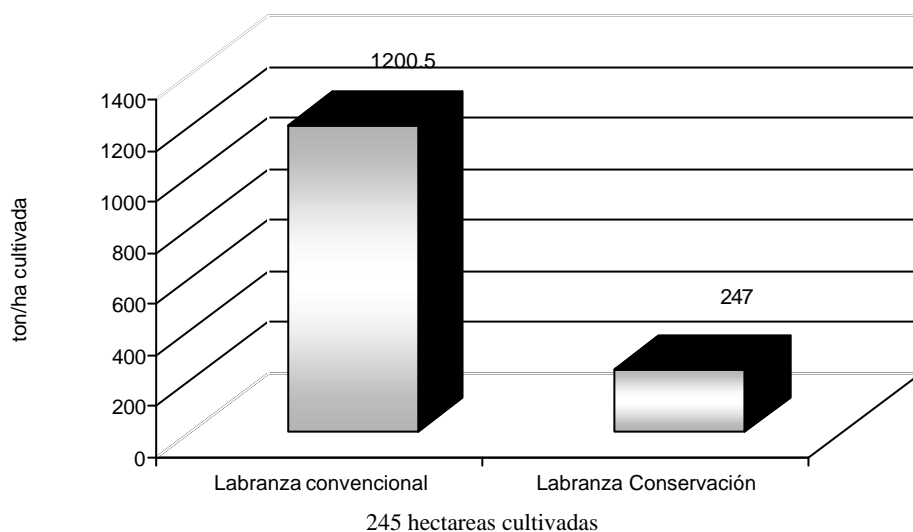
Debido a que esta fuente y su objetivo de estudio es muy similar a nuestro objeto de evaluación, nos hemos tomado la libertad de extrapolar los datos de erosión de tonelada por hectárea para nuestra área de interés; superficie cultivada; en cada uno de los estados, Jalisco y Querétaro entonces, si tomamos como unidad de medida estos indicadores mencionados; Querétaro en donde se cultivan 245 hectáreas de maíz, se perderían 1,200.3 ton de suelo fértil al aplicar labranza convencional y 490 ton por hectárea al aplicar labranza de conservación.

⁷⁰ Villar Sánchez, "Erosionabilidad de suelos y su impacto en la producción de maíz en el Trópico Mexicano", *Agrociencia* Vol. 32 No 3, 1998

⁷¹ Uribe, Sergio, "Pérdida de suelo y nutrientes en un etisol, con prácticas de conservación en los Tuxtlas, Veracruz, México", en *Revista Chapingo*, v. 7, No.33-34, 1984

GRÁFICO No 10

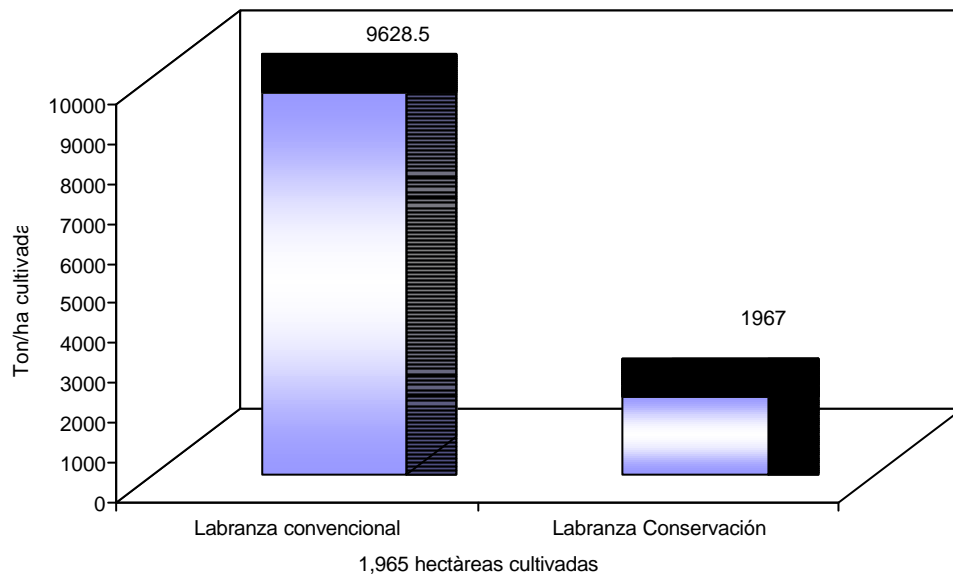
PERDIDA DE SUELO FÉRTIL EN LABRANZA CONVENCIONAL Y LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN QUERÉTARO



Fuente: Villa Sánchez, “Erosionabilidad de suelos y su impacto en la producción de maíz en el Trópico Mexicano”, Agrociencia Vol. 32 No 3, 1998
Labranza de conservación con pequeños productores de Jalisco y Querétaro: una estrategia comprobada de desarrollo sustentable, FMDR, 2003

En el caso de Jalisco donde hay 1,965 hectáreas de maíz cultivadas, estimamos que con labranza convencional se perderían 9,628 toneladas de suelo fértil. Con labranza de conservación solamente se perderían 1,967 toneladas.

GRÁFICO No 11
PERDIDA DE SUELO FÉRTIL EN LABRANZA CONVENCIONAL Y
LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN JALISCO



Fuente: Villa Sánchez, “Erosionabilidad de suelos y su impacto en la producción de maíz en el Trópico Mexicano”, Agrociencia Vol. 32 No 3, 1998
 Labranza de conservación con pequeños productores de Jalisco y Querétaro: una estrategia comprobada de desarrollo sustentable, FMDR, 2003

Con estos gráficos mostramos que con la labranza de conservación hay pérdida de suelo fértil, sin embargo; es menor de hasta el 60% con respecto a al labranza convencional.

NOTA COMPLEMENTARIA

Este apartado da respuesta a una recomendación de uno de los señores sinodales de incluir una nota relativa a la problemática del maíz que últimamente se ha presentado en México.

Cabe destacar que la problemática del maíz es muy compleja y su resolución lo es también, y que dicho planteamiento de resolución abarcaría uno o varios volúmenes de investigación lo cual no es el objetivo de este trabajo.

La planta del maíz es aprovechable al 100%, las raíces y el rastrojo se convierten en abono; los tallos y las hojas son forraje para el ganado las hojas secas y las brácteas de la mazorca pueden ser empleadas para papel de cigarros u hoja de tamal; las mazorcas desgranadas funcionan como combustible. Las variedades de color son empleadas en masas, tortillas o en la industria alimentarias como tortillas.

El maíz es el cultivo más importante en México y la principal fuente de nutrientes de la población. Del maíz se obtienen derivados como el almidón para jarabes y dextrosas; se obtienen dextrinas para uso industrial alimenticio drogas cosméticos y farmacéutico. De la fructuosa se emplea en bebidas, licores, repostería jaleas por mencionar algunos productos. El fin alimenticio no es el único de los objetivos que puede alcanzar el maíz y hay quienes dependen directamente de su cultivo, también hay un gran número de industrias q utilizan el maíz como insumo.

Estados Unidos y China concentran el 50% de la producción mundial de maíz. Este primero tiene bajos costos de producción del grano favorecido con barreras no arancelarias prácticas desleales del comercio, el sector agropecuario es el principal receptor de subsidios directos del gobierno, su rendimiento por hectárea en las últimas tres décadas pasó de 4 a 9 toneladas por hectárea y en México en el mismo periodo pasó de 1 a 2.5 toneladas por hectárea.

Aunque México es autosuficiente en la producción de grano de autoconsumo es deficitario en la producción de maíz en la industria y en la ganadería. El panorama para la comercialización y producción de maíz en México es complicado ya que para 2008 termina el plazo fijado en el TLCAN para desgravar la importación de maíz. Se estima

que pasaremos de consumir 6 millones de toneladas de maíz amarillo a 14 millones de acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estado Unidos.

El maíz blanco es para los productores cultura y tradición, se producen al año en 20 millones de toneladas mientras que del maíz amarillo se producen 400 mil toneladas. La Secretaría de Agricultura está desarrollando mecanismos para producir mayor oferta de maíz amarillo, apoyos a la comercialización como ACERCA han estimulado a los productores de maíz a incrementar su producción. El reto es incrementar las parcelas de maíz amarillo y reducir las de maíz blanco. El abasto de maíz amarillo para Idaquim (Industria de derivados químicos y alimenticios de maíz) y la liberación de fructuosa es fundamental porque de otra forma estos derivados empezarán a importarse de ahí la importancia de impulsar la agricultura por contrato. En 2004 los productores firmaron un contrato con la industria de derivados del maíz con cosechas de maíz amarillo logrando precios superiores a los del blanco; 1800 pesos por tonelada y 1267 por tonelada respectivamente.

El incremento de la demanda de maíz amarillo por parte de la industria de bioenergéticos, ha provocado que el sector pecuario mexicano empiece a utilizar más maíz blanco causando desabasto en sectores del nixtamal y harinero. La medida inmediata es el incremento de importaciones de maíz amarillo y blanco, pues al haber mayor disponibilidad de grano en el mercado se cree que las fuentes de abasto de maíz que tienen acaparado el grano esperando mejores precios empiecen a liberarlo a costos más bajos.

Cargill es una de las principales transnacionales que se dedica a la compra, venta y distribución de maíz, es una de las principales acaparadoras de grano. Entre 1994 y 2001 las importaciones de maíz fueron de casi 13 millones de toneladas, Cargill vendió la mayoría de este maíz, beneficiándose de la importación sin pagar arancel además de recibir subsidios a la exportación por parte de Washington. Esta es una de las principales responsables del alza de precios en la tortilla ya que almacenó 600 millones de toneladas a 1650 pesos por tonelada y las vendió a 3500 pesos por tonelada. El incremento en el precio de la tortilla es efecto del precio del maíz sin embargo la perspectiva a mediano plazo es que no baje su precio.

La mejor solución a la crisis causada por la escasez de maíz en México y su encarecimiento en el mercado, es la de orientar las políticas públicas al incremento de una mayor producción de grano en México. Esperar a que bajen los precios es poco probable debido a que la demanda de maíz por parte del sector industrial en general y más ahora para producir bioenergéticos seguirá en aumento. La política internacional está en caminata a sustituir la energía fósil por energía renovable como la obtenida a partir del maíz, por lo que el aumento de la demanda de maíz y el incremento exponencial del precio de este está asociado a este fenómeno. En enero de 2006 la tonelada de maíz importado puesto en México costaba 1445 pesos por tonelada y en enero de 2007, 2967 pesos por tonelada y en el mercado de futuro se cotizó en 4400 pesos por tonelada con vencimiento a marzo.

La dependencia alimentaria en México medida en proporción de las importaciones en el consumo interno de los productos ha crecido en los últimos años, para el maíz entre 1995 a 2005 pasó de 16 a 27%, este aumento indica por un lado mayor aumento en el consumo en los productos de maíz y por otro una menor oferta nacional. La reducción de la producción nacional se debe principalmente al deterioro de los precios al productor que se redujo entre 20 y 30% en el mismo periodo.

Mejores precios a la producción incrementarían esta, sin embargo para que sea estable deberá recuperarse el financiamiento (que ha caído en 77% en la última década)

La infraestructura, tecnología, acceso a mercados, mejoramiento en las técnicas de producción, capacitación, y dar como resultado un uso eficiente y sustentable de los recursos disponibles, así como organizaciones de productores que les permita vincularse al mercado y a mayores recursos financieros.

Otra alternativa a la reducción de la demanda de importaciones son las recientes investigaciones por parte de la UNAM sobre 8 híbridos de maíz blanco y 6 de maíz amarillo con rendimientos mayores de hasta 30% comparados con los actuales. Ya han sido registrados en el Catálogo de Variedades Factibles de Certificación del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas dependiente de la Secretaría de Agricultura para que puedan ser reconocidos como productos de “buena calidad”. Estos híbridos son resistentes a enfermedades; en el Estado de México se han sembrado en 40 localidades, y se obtuvieron rendimientos de 9 a 10 toneladas por hectárea cuando normalmente se obtenían de 2 a 5 toneladas. Pueden llegar a ser una alternativa, sin

embargo la falta de interés por parte de las autoridades gubernamentales al sector rural es uno de los principales obstáculos para que pueda ser autosuficiente el campo.

El estudio de la problemática del maíz es extenso lo cual requiere de otra investigación que no es el objeto de estudio de nuestra investigación

GLOSARIO

Aireación: La aireación no sólo permite una mejor circulación del oxígeno y el agua, sino que también tiene como resultado un incremento de la actividad biológica en el suelo, que engloba la de los organismos que fijan el nitrógeno

Azolvamiento: Cegar o tupir con alguna cosa un conducto.

Barbecho: En agricultura, se denomina así a una tierra de labor que se deja sin sembrar durante una o varias temporadas.

Carbono: De símbolo C, es un elemento crucial para la existencia de los organismos vivos, y que tiene muchas aplicaciones industriales importantes. Su número atómico es 6; y pertenece al grupo 14 (o IVA) del sistema periódico.

Carda: Cepillo de púas de hierro que se emplea para peinar y limpiar el suelo

Chapeo: Capa formada por hollejos y escobajos en la superficie del mosto en fermentación.

Cinzel: Herramienta con boca acerada y resta de doble bisel para labrar a golpe de martillo y piedras y metales

Coa: Palo con terminación de punta empleado para abrir hoyos en la labranza

Compactación del suelo: Cuando el suelo se vuelve de textura apretada y poco porosa

Confiabilidad: Referente al buen funcionamiento de algo

Desertificación: Proceso desencadenado por la actividad antrópica. Es el empobrecimiento de los ecosistemas de regiones áridas, semiáridas y subhúmedas por el efecto combinado

del impacto de la actividad del hombre y de la sequía. Ocurre cuando los procesos de uso del a tierra no consideran los componentes más valiosos del ecosistema.

Dióxido de carbono: es un gas inodoro e incoloro, ligeramente ácido y no inflamable. Existe principalmente en su forma gaseosa, también tiene forma sólida y líquida. El dióxido de carbono es uno de los gases más abundantes en la atmósfera. El dióxido de carbono juega un papel importante en los procesos vitales de plantas y animales, tales como fotosíntesis y respiración.

Efecto invernadero: Elevación de la temperatura del atmósfera próxima a la corteza terrestre, por la dificultad de disipación de la energía calorífica debido a la presencia de óxidos de carbono procedentes de la combustión. Término que se aplica al papel que desempeña la atmósfera en el calentamiento de la superficie terrestre. La atmósfera es prácticamente transparente a la radiación solar de onda corta, absorbida por la superficie de la Tierra. Gran parte de esta radiación se vuelve a emitir hacia el espacio exterior con una longitud de onda correspondiente a los rayos infrarrojos, pero es reflejada de vuelta por gases como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, los clorofluorocarbonos (CFC) y el ozono, presentes en la atmósfera. Este efecto de calentamiento es la base de las teorías relacionadas con el calentamiento global.

El carbono es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza, aunque sólo constituye un 0,025% de la corteza terrestre, donde existe principalmente en forma de carbonatos. El dióxido de carbono es un componente importante de la atmósfera y la principal fuente de carbono que se incorpora a la materia viva. Por medio de la fotosíntesis, los vegetales convierten el dióxido de carbono en compuestos orgánicos de carbono, que posteriormente son consumidos por otros organismos (véase Ciclo del carbono).

Entropía: Magnitud termodinámica que mide la parte no utilizable de la energía

Equidad: Cualidad que permite dar a cada elemento de un todo el peso o valor que le corresponde.

Erosión, proceso natural de naturaleza física y química que desgastan y destruyen continuamente los suelos y rocas de la corteza terrestre; incluyen el transporte de material pero no la meteorización estática. La mayoría de los procesos erosivos son resultado de la acción combinada de varios factores, como el calor, el frío, los gases, el agua, el viento, la gravedad y la vida vegetal y animal.

Escardas: Azada pequeña con que se arrancan los cardos, cardillos y otras hierbas que nacen entre los sembrados.

Escorrentía: Fenómeno de escurrido de las aguas sobre el suelo cuando esta supera la capacidad de infiltración

Espeque: Palo puntiagudo usado para sacar plantas con sus raíces y abrir hoyos para sembrar

Estabilidad: Propiedad de un cuerpo de recuperar su equilibrio inicial

Germinación: Comenzar a desarrollarse desde la semilla. Brotar, crecer, desarrollarse.

Herbicidas: Producto químico que destruye plantas herbáceas o impide su desarrollo

Indicador: Instrumento que describe un procesos específico o un proceso de control

Índice: Cifra que expresa la relación de una serie de datos y permite sacar conclusiones

Infiltración: Introducción o penetración de un líquido entre los poros de un sólido

Intemperismo: A cielo descubierto, sin techo ni otro reparo alguno.

Labranza Primaria: Abrir por primera vez el suelo.

Labranza Secundaria: Labores de refinamiento y nivelación y limpieza para la siembra

Ladera: Superficie en declive o con pendiente de un monte.

Lixivización: También es aplicable el término en ecología para indicar el desplazamiento hacia los ríos y mares de los desechos y excrementos , además de otros contaminantes como pueden ser los fertilizantes; producido por el mismo proceso indicado para el fenómeno químico.

Maleza: Espesura que forma la multitud de arbustos, como zarzales, jarales, etc

Mantillo: Capa superficial del suelo formada por la descomposición de materia orgánica

Mullido: Blando, esponjoso, mullir es cavar la tierra alrededor de las cepas para ahuecarla, para esponjarla

Palo sembrador: Herramienta, sembrador de palo.

Pérdida de suelo ton/ha : Unidad de medida en peso (ton) en la que se reduce la capa del suelo en una superficie de 10,000 metros (ton)

Pérdida de suelo: Proceso de erosión o desgaste de la superficie del suelo provocado por fenómenos naturales o bien por la acción del hombre sobre el suelo provocando una disminución de la capa del suelo

Pesticidas: Producto o sustancia que se destina a combatir plagas

Plaga: Aparición masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales, como, respectivamente, la peste bubónica y la filoxera.

Plántula: Desde que comienza la germinación hasta que la planta logra la completa independencia de los nutrientes almacenados en la semilla, la planta recibe el nombre de plántula.

Porosidad: Propiedad de los organismos y los cuerpos sólidos de tener poros; que les permite ser más flexibles

Productividad: Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc.

Pulverizar: Esparcir un líquido en partículas muy tenues, a manera de polvo.

Radicular: Perteneciente o relativo a las raíces

Raicilla: Órgano del embrión de la planta del que se forma la raíz, cada una de las fibras y filamentos que nacen del cuerpo principal de la raíz de la planta

Rastrojo: Residuos de cosechas anteriores que quedan después de segar o labrar para la futura siembra.

Resiliencia: Mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves.

Rosa-tumba-quema: Tirar, juntar y quemar la vegetación

Surcado: Ir o caminar por un fluido rompiéndolo o cortándolo.

Toneladas/hectárea: Indicador que combina dos unidades de medidas tradicionalmente usadas en la actividad agrícola, (toneladas; equivalente a 1000 kilogramos y hectárea; equivalente a 10,000 metros cuadrados) para análisis de rendimiento, productividad, costos de producción o pérdida de recursos.

Vibrocultivador: Herramienta que realiza movimientos pequeños y de rápido movimiento más o menos intensos sobre el suelo con la finalidad de que el suelo sea más elástico y flexible.

Volatilización: Transformación de una sustancia en vapor. En agricultura son las pérdidas de sustancias del suelo que se transforman en vapor

BIBLIOGRAFIA

Aguilar Sanchez, G. Y Estrada Berg, W., “Pérdida de suelo en México” en *Agrociencia*, vol. 36, núm. 2, México, 2002

Bassi, Lauro, “Midiendo los impactos económicos y ambientales del manejo integrado de vertiente en Santa Catarina, Brasil en le periodo 1988 1997” , Brasil, 1999.

CEPAL, “El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente”, CEPAL-ONU, Chile, 1991

Derpsch, R., “Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola”, Proyecto de conservación de suelos MAGGTZ, DEAG, San Lorenzo Paraguay, 2000

Dimas, José, Diaz, Antonio, Martínez Enrique, “Abonos orgánicos su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en el maíz”, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad de Juárez, Durango, Tierra, num. 19, pp. 293-299, México, 2001

“El Financiero”, México D. F. de Febrero, 2007.

Figuroa Sandoval, Benjamin y Morale, Colpos, Francisco, “Manual de producción de cultivos con Labranza de Conservación”, UACH.CP, México, 1992

FIRA, “Labranza de conservación para una agricultura sustentable; experiencias y logros de FIRA”, Boletín XXIX (281), Folletos 14999, México, 1996

FIRA, Sistemas agrícolas de producción”, Boletín XXIII (222), Banco de México, 1990

González Rodríguez Luis, “Labranza de conservación una alternativa para aumentar la producción y productividad”, FIRA Boletín XXIII (220), México, 1990.

INTA-FAO, “Manual de sistemas de Labranza para América Latina”, Boletín de suelos de la FAO, Num. 66, Roma, 1992

J. I., Cubero, “La desertificación: lo posibles elementos de lucha”, en La agricultura del siglo XXI, Ediciones MundiPrensa, Madrid, 1993

“La Jornada”, México, 27 de enero,2007.

“La Jornada” México 30 de enero,2007.

Lenin, Francisco; Del Carpio, Sánchez, “Introducción a la Investigación”, México D. F. 1992

Mariaca Méndez, Ramón, “ Qué es la agricultura”, UACH-UAEM, México, 1997.

Masera Omar, Aisteir Martha y López Ridaura Santiago, “Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación mismo”, Ed. Mundi-Prensa, México, p.14-25, 2002

Noria, M., Rubith Felipa, “La importancia del maíz en el Desarrollo Sustentable: México el gran descuido”, tesis, Facultad de Economía, UNAM, 2006

Ramírez, G., José Luis, “Rentabilidad financiera de maíz, trigo y sorgo en Guanajuato bajo el sistema de Labranza de conservación y convencional”, *Tesis*, Chapingo, 2001

Rodríguez L., Julio, “Efectos del sistema de labranza de convencional y de conservación sobre las propiedades de físicas, contenido de humedad, escurrimiento y pérdida de suelo en el cultivo de maíz en Llano Grande, México” *Tesis*, Chapingo, 1987

Ruiz, L., Bravo, E. Y Loaeza, R., “Cubiertas vegetales y barreras vivas; tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México”, en Tierra, núm. 19, México 89-95, 2001

Singer, Leslie P, “Economía Simplificada”, Departamento de Economía, Indiana University, Gary Indiana, Ed. Compañía General de Ediciones S.A. México, p. 18-28, 1958

Tocayni, Héctor, “El maíz”, Ed. Albatros, Buenos Aires, 1982

Uribe G., Sergio, Francisco N., Néstor y Turrent-Fernández, Antonio, “Pérdida de suelo y nutrientes en un etisol con prácticas de conservación en los Tuxtlas, Veracruz, México” en *Agrociencia*, núm. 36, pp. 161-168, México, 2002

Villar S., Bernardo, Figueroa S., Benjamin, Oropeza M., José L., Landois P., Luis, Volke H., Victor, “ Erosionabilidad de suelos y su impacto en la producción del maíz mexicano”, en *Agrociencia*, núm. 32, pp. 199-207, México, 1998