

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Producción de Maíz Grano (*Zea mays*L.) en Condiciones de Labranza de Conservación

POR

ADRIANA FERNÁNDEZ GONZÁLEZ

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de Maíz Grano (*Zea mays* L.) en Condiciones de Labranza de
Conservación

POR:

ADRIANA FERNÁNDEZ GONZÁLEZ

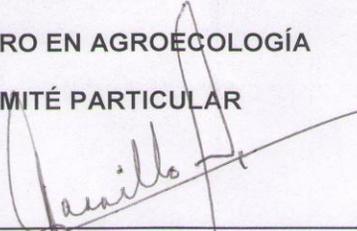
MONOGRAFÍA

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor
Principal:


MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

Asesor:


MC. FEDERICO VEGA SOTELO

Asesor:


Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA

Asesor:


MC. SERGIO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de Maíz Grano (*Zea mays* L.) en Condiciones de Labranza de Conservación

POR:

ADRIANA FERNÁNDEZ GONZÁLEZ

MONOGRAFÍA

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

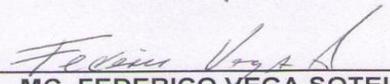
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

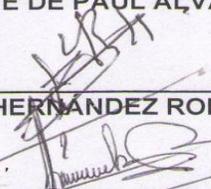
VOCAL:


MC. FEDERICO VEGA SOTELO

VOCAL:


Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA

VOCAL


MC. SERGIO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE, 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad, la fuerza y la inteligencia para terminar satisfactoriamente mi carrera y por dejarme vivir. Gracias Dios.

A mi “ALMA TERRA MATER” por la oportunidad que me brindo de formarme como una profesionista, por darme cobijo durante mi estancia.

Al MC. José Simón Carrillo Amaya por su apoyo incondicional, su confianza y apoyarme con su sabiduría en la formación profesional de mi persona, mi más sincero cariño respeto y admiración. Gracias.

Al MC. Federico Vega Sotelo por su gran apoyo para la realización de mi monografía, gracias por su valiosa amistad que me brindo durante todo el tiempo que lo conocí.

Al Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna por su dedicación y apoyo en la elaboración y preparación de mi monografía. Muchas Gracias.

Al MC. Sergio Hernández Rodríguez por su gran ayuda en la elaboración de mi monografía, gracias por su amistad y su sincero apoyo que hasta el momento me brinda.

DEDICATORIAS

A mis padres: Rodrigo Fernández Segura y Ángela González Utrera por darme la vida, gracias por apoyarme siempre, por darme un buen ejemplo, por confiar en mi a pesar de haber cometido errores, tan solo gracias por ser mis padres, Los amo.

A mi esposo: Jetzahel Lucas Jacobo que tanto amo, le doy las gracias a dios por ponerlo en mi camino, gracias amor por apoyarme en cada paso que he dado en mi vida, por darme todo sin pedir nada a cambio, por ser mi motor en la vida, por hacerme completamente feliz, y por tu amor incondicional. Gracias mi vida. Te amo.

A mi hijo: Jetzahel Lucas Fernández que es la bendición más grande en mi vida, mi mayor motivación, el regalo más hermoso que me ha dado Dios, nada se compara con la felicidad que me das cada día mi niño hermoso. Te Amo hijo.

A mis hermanos: Karla Fdez. Glez. y Rodrigo Fdez. Glez., por brindarme su apoyo y cariño a cada momento, Los adoro hermanitos.

A mi amiga: Karla Yanelit Chávez Hernández por brindarme su amistad, por ser mi hermana, por ser mi gran apoyo a cada momento, gracias por estar cuando más te necesito amiga, eres una persona súper especial en mi vida, te quiero muchísimo amiga.

A la familia Vásquez Briones: por el apoyo que me brindaron, gracias por la amistad tan sincera, muchas gracias señora Carmen Briones.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- OBJETIVO	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.- Origen del Maíz	3
2.2.- Importancia del Maíz	4
2.3.- Producción de Maíz	5
2.4.- Principales Países Consumidores de Maíz	5
2.5.- Principales Estados Productores de Maíz en México	5
2.6.- Precio Medio Rural del Maíz.....	6
2.7.- Clasificación Taxonómica del Maíz	6
2.8.- Clasificación Morfológica del Maíz	7
2.8.1.- Raíz.....	7
2.8.2.- Tallo	8
2.8.3.- Hojas.....	8
2.8.4.- Semilla	8
2.9.- Clasificación Botánica.....	9
2.9.1.- Descripción del Grano de Maíz	9
2.10.- Condiciones Agroecológicas	10
2.10.1.- Clima.....	10
2.10.2.- Humedad	11
2.10.3.- Altitud	11
2.10.4.- Suelo.....	11
2.11.- Erosión del suelo	12
2.12.- Plagas.....	14
2.12.1.- Control de Plagas.....	14
2.13.- Cosecha	15
2.13.1.- Sostenibilidad.....	15
2.14.- Usos	16

2.15.- Manejo Agronómico del Maíz	16
2.16.- Fertilización de Maíz en Condiciones de Conservación	17
2.17.- Labranza.....	19
2.18.- Labranza Tradicional	19
2.19.- Labranza de Conservación.....	21
2.19.1.- Consideraciones Sobre la Labranza de Conservación	23
2.19.2.- Cultivos susceptibles a la labranza de conservación	24
2.19.3.- Maquinaria Utilizada en Labranza de Conservación	25
2.19.4.- Subsoleo	26
2.19.5.- Control de Arvenses.....	27
2.19.6.- Labranza de Conservación a Nivel Mundial	28
2.19.7.- Labranza de Conservación en México	29
2.20.- Métodos de Conservación de Suelos	30
III.- CONCLUSIÓN	31
IV.- LITERATURA CITADA	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del Maíz.....	7
Cuadro 2. Temperatura mínima, máxima y óptima requerida por el cultivo de Maíz para una adecuada producción.....	10
Cuadro 3. Superficie relativamente afectada por procesos de degradación del suelo en México.....	13
Cuadro 4. Superficie Sembrada con Labranza de Conservación a Nivel Mundial.....	29

RESUMEN

En este trabajo se plantea una opción viable para disminuir los costos de producción del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) con una técnica de labranza de conservación, la cual es una de las opciones de manejo viables para lograr revertir la degradación del suelo, puesto que con su práctica, se incrementa la biodiversidad a nivel micro y macro manteniendo constante la temperatura.

Al considerar lo anterior, se deduce que la escasez de maíz a nivel mundial es parte derivado de la elaboración de biocombustibles lo que ha ocasionado que los países reduzcan sus exportaciones a fin de garantizar el abasto de grano para su población, sin dudar que en el transcurso de los años el maíz de grano mayormente demandado por la industria a nivel mundial, es por eso que en esta recopilación se pretende informar los beneficios de la labranza de conservación para que sean adoptados por los agricultores interesados en aumentar su producción de maíz, disminuyendo los costos de producción a la vez reducir en cierta medida el deterioro de los suelos, recurso natural de gran importancia.

Palabras clave: Maíz, Conservación de Suelo, Erosión, Labranza, Sostenibilidad.

I. INTRODUCCIÓN

La tierra es un lugar privilegiado del Universo, pues reúne todas las condiciones para el sustento de la vida. Sin embargo, las actividades humanas van reduciendo paulatinamente la capacidad que tiene nuestro planeta de mantener la vida, en una época en el que el aumento de la población y del consumo plantea exigencias crecientes a dicha capacidad (Novelo, 2000).

Al hacer referencia a lo anterior se infiere que la escases de maíz a nivel mundial en parte es derivado a la elaboración de biocombustibles, lo cual ha ocasionado que los países reduzcan sus exportaciones a fin de garantizar el abasto de grano para su población, esto permite pronosticar que en el transcurso de los años el maíz de grano mayormente demandado por la industria a nivel mundial (Arteaga,2008).

México es el cuarto país productor de maíz en el mundo y busca subir su producción para aprovechar altos precios mundiales y para reducir su dependencia de las importaciones provenientes de Estados Unidos, el maíz es el cultivo más importante del país en cuanto a volumen de producción, superficie sembrada, valor de la producción y número de productores (Agroproduce, 2008).

En relación a lo anterior, la superficie sembrada de maíz en México y la producción obtenida, el país dedica poca importancia a la conservación del suelo

como recurso natural no renovable; dicho recurso se ha visto afectado, entre otras causas, por el uso excesivo de maquinaria agrícola, donde aproximadamente el 64% de la superficie cultivable del territorio nacional es sometido a algún grado de deterioro (FIRA, 2003).

Una alternativa viable para disminuir el deterioro de la superficie cultivable es el sistema de labranza de conservación, ya que ofrece varias ventajas en comparación con la labranza convencional, entre las cuales sobresalen la reducción de hasta el 90% de la pérdida de suelo (Uresti y Cornish, 1986), mayor humedad disponible para los cultivos (Phillips, 1974 y Phillips *et al.*, 1980), 25% de reducción de los costos de la producción (Uresti y Cadena, 1994) y obtención de rendimientos iguales o superiores que en la labranza convencional (Wendt y Burwell, 1985).

La labranza de conservación surgió en respuesta a la búsqueda de nuevas alternativas para superar las desventajas de la labranza convencional, debido principalmente, al deterioro del suelo por la erosión, así como al aumento de precio de combustible y maquinaria agrícola. Esta tecnología, consiste en reducir las operaciones de la labranza y conservar residuos del cultivo sobre el suelo (Erenstein, 1996 y Urzúa, 2000).

1.1.- OBJETIVO

Presentar los beneficios y las metodologías de la labranza de conservación como una opción viable para disminuir los costos de producción de Maíz grano y erosión de suelos.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Origen del Maíz

El maíz ha sido alimento, moneda y religión para nuestro país. En la nomenclatura científica el maíz fue clasificado como ***Zea mays*L.**, nombre otorgado por Carlos Linneo y significa “grano que proporciona la vida.” Es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. Ocupa una posición equiparable hacia el hombre como en el reino animal (Figueroa y Aguilar, 1997).

Existen dos teorías que explican el origen del maíz (*Zea mays* L.) la primera indica que en la evolución a partir del teosinte, cultivo anual que posiblemente sea el ancestro más cercano al maíz. La segunda teoría indica que se desarrolló a partir de un maíz silvestre hoy desaparecido (Goycoolea, 2007).

A pesar de la existencia de parientes silvestres del maíz, en varios centros de América Central y Sudamérica, algunos investigadores ubican su origen en nuestro país (CONANP, 2009).

La evidencia más antigua acerca del origen del maíz es el descubrimiento de mazorcas en yacimientos arqueológicos del Valle de Tehuacán, Puebla en México hace 7000 años. Dichas mazorcas medían entre 4 y 6 centímetros de longitud y tenían pocos granos; con el paso del tiempo el maíz evolucionó hasta llegar al que existe actualmente (Goycoolea, 2007).

2.2.- Importancia del Maíz

El maíz (*Zea mays*L.) es un cereal ampliamente utilizado en el mundo entero tanto para consumo humano como para alimentación animal. Materia prima más importante para la obtención de almidón, jarabes de glucosa y bebidas alcohólicas. Para consumo humano se pueden obtener harinas de maíz, aceite de germen y conservas de maíz dulce, entre otros alimentos. En países como en América Central y del Sur, este cereal constituye una fuente importante de la dieta humana, puesto que posee un alto contenido de almidón, así; las harinas y sémolas representan una fuente importante de calorías (Primo, 1998).

Desde hace siete mil años, el uso de tierra agrícola se han labrado con instrumentos que deterioran la capa del suelo. El deterioro genera pérdida de productividad actual o potencial de la tierra como resultado de acción de factores naturales y antropogénicos (Lal, 1979). Este proceso se inicia con la erosión y el abatimiento de la materia orgánica (MO) por el uso continuo y sin prácticas de sostenibilidad del recurso suelo (Raggi, 1990).

2.3.- Producción de Maíz

Desde el punto de vista económico, la preparación de la cama de siembra en forma convencional para el cultivo de maíz se utiliza como mínimo el 25% del costo total de la producción, el cual es alto al compararlo con un costo de 14 y 8% bajo los sistemas de mínima y cero labranza respectivamente (Campos, 1995).

2.4.- Principales Países Consumidores de Maíz

Estados Unidos es el mayor país consumidor de maíz con 261.67 millones de toneladas lo que representa el 33.9% del consumo mundial, en segundo lugar China con el 19.29%, en tercero la Unión Europea con el 8.22% y México es el cuarto lugar con el 4.14% (Financiera Rural, 2009).

2.5.- Principales Estados Productores de Maíz en México

La superficie sembrada de maíz anualmente es de 7.8 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 3 ton/ha, por lo que la producción anual se estima en 21.8 millones de toneladas de grano, aunque en el año 2007 se rebasó la cifra histórica de 23.7 millones de toneladas (SIAP, 2008). Los estados de Sinaloa, Chihuahua, Jalisco, Tamaulipas y Guanajuato producen el 65% de la producción total del maíz en México. Agroproduce, 2008

El 56.6% de la producción nacional de maíz se produce en la modalidad de temporal, del cual el 94%(12.50 millones de ton.) corresponde a la producción del Ciclo Primavera-Verano. Cabe mencionar que el 72.3% de la producción total del maíz se produce en el Ciclo Primavera-Verano (Financiera Rural, 2009).

2.6.- Precio Medio Rural del Maíz

Los precios de este grano desde el año 2000 y hasta el 2007 presentan una tendencia alcista al incrementarse 64.0%, al pasar de \$1, 495.52 en el año 2000 a \$2,451.96 para el cierre de 2007. La tasa anual de crecimiento para este período se ubica en 7.9%. Tan sólo en el año 2006 el precio medio rural se incrementó 33.0% con respecto al año inmediato anterior (Financiera Rural, 2009).

2.7.- Clasificación Taxonómica del Maíz

El maíz es un cereal que pertenece a la familia de las gramíneas. Su clasificación taxonómica se muestra en la Cuadro 1:

Cuadro 1: Clasificación Taxonómica del Maíz

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Monocotyledoneae
Orden:	Poales
Familia: Gramíneas	Gramíneas
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays L.</i>

Parsons, 1987; Infoagro.com

2.8.- Clasificación Morfológica del Maíz

El maíz es una planta anual, de porte robusto, y un rápido desarrollo. En nuestro entorno se siembra normalmente entre Abril y Junio, se entre Octubre en período de otoño. Respecto a sus características botánicas, el maíz pertenece a las monocotiledóneas gramíneas (Ortas, 2008).

2.8.1.- Raíz

El sistema radicular está conformado por raíz primaria, que se origina en el embrión y tiene corta duración. El sistema radicular de la planta adulta es totalmente adventicio. Posee raíces de sostén o soporte, se originan a partir de los nudos, las cuales proporcionan estabilidad a la planta (Parsons, 1987).

2.8.2.- Tallo

El tallo central del maíz es erecto, leñoso y cilíndrico, formado por nudos, cuyo número y longitud varían considerablemente, el tallo puede elevarse con alturas hasta 4 m, e incluso más, en algunas variedades (SICA, 2000).

2.8.3.- Hojas

Las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende la variedad y ciclo de producción, época de siembra, pero, aunque podrían llegar a hasta 30 hojas, lo normal es un máximo de 15 hojas. El número de hojas está relacionado con el potencial de producción. El maíz es una planta monóica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas en el mismo pie. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca se sitúa a media altura de la planta (Ortas, 2008).

2.8.4.- Semilla

La semilla madura, se compone de dos partes: endosperma, que ocupa la mayor parte (85% del peso seco del grano), y el embrión. Los tejidos externos forman el pericarpio, compuesto por varias capas celulares coloreadas y blancas. Debajo del pericarpio está la capa de aleurona, rica en proteína (SICA, 2000).

2.9.- Clasificación Botánica

La planta de maíz (*Zea mays L*) está clasificada como una planta monocotiledonea, pertenece a la familia de gramíneas. El grano de maíz botánicamente es un cariósipide, baya de semilla seca donde la cáscara de la fruta está fusionada a la semilla, formando un solo grano, el cual se une al olote a través del pedicelo, en el cual, por medio de conductos internos, llegan a los productos de la fotosíntesis del grano durante su desarrollo (Acero, 2000).

2.9.1.- Descripción del Grano de Maíz

El grano de maíz está compuesto por cuatro partes principales que son: el pericarpio, germen, endospermo y el pedicelo. El pericarpio está compuesto de un conjunto de capas externas que rodean el grano y representan el 5.5% del total del grano. El germen representa el 11.5% del peso del grano, en él se localiza el 83% de los lípidos, el 70% de los azúcares y el 26% de las proteínas del grano. La mayoría de las proteínas del germen son albúminas o globulinas y probablemente componentes del sistema enzimático de la célula (Acero, 2000).

La mayor y más importante fracción del grano es el endospermo que representa el 82% del total del grano. El endospermo contiene el 75% del total de las proteínas que se encuentran en el grano entero, que son principalmente proteínas insolubles a las que se les atribuye la dureza del endospermo. Existen

proteínas de forma esférica (zeína) que se encuentran embebidas en una proteína soluble y que en conjunto dan lugar a la matriz proteica que liga a los gránulos de almidón. Por último, el pedicelo es el residuo de tejido que une al grano del olote y representa el 0.8% del grano (Allen, 1993).

2.10.- Condiciones Agroecológicas

2.10.1.- Clima

El maíz exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. Para la germinación, la temperatura media diurna mínima debe estar a no menos de 10°C, siendo la óptima entre los 18 y 20°C, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Temperatura mínima, máxima y óptima requerida por el cultivo de maíz para una adecuada producción.

Etapa/Temperatura	Mínima	Máxima	Óptima
Germinación	10 °C	40 °C	20 A 25 °C
Crecimiento	15 °C	40° C	20 A 30 °C
Floración	20 °C	30 °C	21 A 30 °C

INTA, 2009

2.10.2.- Humedad

La cantidad, distribución y eficiencia de la lluvia son factores importantes en la producción de maíz, el calor y la sequía durante el período de polinización, a menudo causan la desecación del tejido foliar y la formación deficiente del grano. El cultivo del maíz exige niveles óptimos de humedad, dependiendo si se cultivan variedades precoces (70-90 días) o tardías (130-150 días). Bajo condiciones de cultivos de temporal, y con variedades adaptadas, es posible obtener buenos rendimientos con 500 mm de lluvia bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. En algunas regiones con precipitaciones menores a 400mm, se cultivan variedades tradicionales con rendimientos inferiores (CEDAF, 1998).

2.10.3.- Altitud

Es una planta que se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 3,000 msnm (INTA, 2009).

2.10.4.- Suelo

La planta de maíz puede adaptarse en una gran gama de suelos de texturas medias como francos y franco arcillo-arenosos. El crecimiento en suelos arenosos y arcillosos es pobre si no se ejecutan las labores pertinentes para esos

casos. Se requiere suelo profundo ya que las raíces necesitan entre 0,80 y 1,00 m de profundidad para su desarrollo normal. La planta de maíz es susceptible al agua encharcada porque impide la respiración de las raíces y absorción de nutrientes, en consecuencia la producción se reduce. Un desarrollo normal de la planta requiere suelos bien drenados. Es recomendable que el contenido de materia orgánica sea bueno y que la topografía sea plana o ligeramente ondulada. El maíz requiere suelos ligeramente ácidos por lo que el PH óptimo oscila entre 5,6 y 6,5 (INTA, 2009).

2.11.- Erosión del suelo

El laboreo del suelo con implementos tradicionales (arado de discos o vertederas), es una práctica agrícola que la investigación ha demostrado como posible erosión, compactación, pérdida de humedad y aumento en los costos de producción cuando se usa en exceso (Navarro *et al.*, 2000).

El 80% de los suelos de México se encuentran afectados por diferentes grados de erosión inducida (Turrent, 1987). La causa principal de este deterioro es el manejo incorrecto a que ha estado sujeto el recurso suelo, originado entre otras razones, por la falta de conocimientos científicos que permitan hacer recomendaciones confiables económicamente sobre labranza, como sería el caso de las que se dan sobre fertilización (Schafer, 1990 y Soane, 1975). Otro factor que contribuye a causar la erosión del suelo en México es el aprovechamiento

ineficiente de la precipitación pluvial que provoca escurrimientos con velocidades erosivas e incrementa el efecto de la sequía sobre los cultivos de temporal (Fregoso *et al.*, 1990).

El suelo es esencial para la vida, como lo es el aire y el agua. Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: material parental u original, clima, topografía, organismos vivos y tiempo. Los suelos constan de cuatro grandes componentes: minerales, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica aproximada es de 45, 5,25 y 25% respectivamente (Jiménez *et al.*, 2003)

Según los datos obtenidos por Semarnat, 2003, la superficie relativamente afectada por procesos de degradación de suelo en México es como se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Superficie relativamente afectada por procesos de degradación del suelo en México.

Sin degradación aparente	55.1%
Degradación química	17.8%
Erosión hídrica	11.9%
Erosión eólica	9.5%
Degradación física	5.7%

En México, la labranza de conservación es una necesidad tecnológica ya que más del 60% de nuestro territorio sufre de un moderado a severo grado de desertificación por efectos de la erosión. Ciertamente no toda la superficie es susceptible de labranza de conservación pero en donde sea posible, deben implementarse labores de acondicionamiento del suelo, para transitar hacia la labranza de conservación (Jiménez *et al.*, 2003).

2.12.- Plagas

Las principales plagas que pueden atacar al maíz son: gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*Smith, gusano soldado *Pseudaletia unipuncta*Haworth, araña roja *Oligonychus mexicanus*Gregor& Ortega y gallina ciega *Phyllophaga spp.* (SAGARPA, 2003).

2.12.1.- Control de Plagas

Tradicionalmente, el manejo de plagas de suelo y follaje en el cultivo de maíz es ha base de control químico, donde el productor con la intención de asegurar el control de dichas plagas realiza una sobre dosificación de los insecticidas provocando en los insectos resistencia a los químicos y contaminación del recurso suelo y agua. Sin embargo se puede llevar a cabo un buen control de las plagas que atacan al cultivo de maíz utilizando un control biológico y etológico por medio de atrayentes orgánicos elaborados con productos de la región y fácil de preparar, el cual resulta mas eficaz y económico (Nieukoop, 1992).

2.13.- Cosecha

Al momento de la cosecha, se debe dejar mínimo el 30% del rastrojo para integrarlo al suelo con una rastra superficial y así formar el “mantillo”. De preferencia, debe picarse el rastrojo para una mejor incorporación y más rápida descomposición. Prácticamente no existen cambios drásticos en el procedimiento de la cosecha con un manejo convencional(SAGARPA, 2003).

2.13.1.- Sostenibilidad

La superficie cultivada de maíz ha disminuido gradualmente en los últimos años además las políticas del gobierno del estado en apoyar la reconversión productiva para la obtención de biocombustibles, ponen en riesgo la seguridad alimentaria al ser más dependientes de los granos básicos. Por lo anterior se hace necesario implementar diversas prácticas agroecológicas para mejorar los indicadores de sostenibilidad ecológica, social y económica y hacer del sistema de cultivo del maíz más rentable y con una producción sostenible (Nieukoop, 1992).

2.14.- Usos

El maíz de grano blanco se utiliza principalmente para la elaboración de las tradicionales tortillas y tamales, pero también se puede obtener aceite o en la fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales y jabones. El maíz grano amarillo también se puede utilizar para consumo humano, sin embargo, se utiliza para el consumo pecuario en la alimentación del ganado y producción de almidones (Financiera Rural, 2009).

2.15.- Manejo Agronómico del Maíz

Los primeros antecedentes en México sobre investigación en labranza de suelo datan de 1957. En esta época los estudios se enfocaron principalmente a los cultivos de maíz y trigo y tenían como objetivo evaluar el efecto de la labranza, utilizando diversas combinaciones de implementos e intensidades para el movimiento de tierra, sobre el rendimiento de los cultivos. Estos trabajos nunca consideraron el dejar los residuos del cultivo sobre la superficie con fines de protección del suelo. Es hasta principios de los 70's cuando comenzaron a incorporar los residuos del cultivo como cobertura de prevención a la erosión (Velázquez *et al.*, 1995).

2.16.- Fertilización de Maíz en Condiciones de Conservación

La aplicación de fertilizantes químicos sintéticos (principalmente nitrogenados y fosfatados) ha incrementado la productividad de la agricultura en México en los últimos 60 años. Sin embargo, la creciente preocupación de la sociedad por utilizar insumos menos agresivos con el ambiente y el incremento en los fertilizantes químicos por efecto del alza de los precios del petróleo (energía utilizada para la producción de fertilizantes) han ocasionado que se exploren otras alternativas. Ante esta situación, se ha incrementado el interés por alternativas ecológicamente amigables y económicamente viables, como la utilización de algunos microorganismos asociados a las raíces de las plantas. Se han encontrado asociaciones entre estos microorganismos y las raíces de las plantas que incrementan el desarrollo vegetal y reproductivo de diversos cultivos, mediante acciones como: fijación biológica de nitrógeno atmosférico y producción de reguladores del crecimiento o fitohormonas (Burdman *et al.*, 2000); transportación de agua y fósforo a la planta huésped (Azcón y Barea, 1980; Aguirre y Kohashi, 2002); estimulación del crecimiento (Okon *et al.*, 1988; Steenhoudt y Vanderleyden, 2000) e incremento en la acumulación de biomasa (Aguirre *et al.*, 2005). Como consecuencia de una o más acciones, se produce un incremento en el rendimiento del cultivo huésped. En plantas como maíz, sorgo y cebada se aumenta el crecimiento en las raíces (Irizar *et al.*, 2003) aunque éste no es el caso para frijol (Aguirre y Kohashi, 2002).

La simbiosis micorrízica es considerada una de las relaciones simbióticas establecida entre microorganismos y plantas más antiguas y constituye un status biotrófico obligatorio en la mayoría de las plantas. Las micorrizas son microorganismos benéficos para el manejo de los nutrientes y favorecen la función de los ecosistemas. En la actualidad forman parte de una tecnología que garantiza una productividad biológica, económica y ecológicamente exitosa y sin contaminación del ambiente. El vocablo Micorriza, proviene de mico y raíz y significa la unión de la raíz de una planta con las hifas de determinados hongos (Font, 1977)

En la modernización de la agricultura, se ha hecho evidente la tendencia hacia una maximización de la productividad de las especies vegetales, sin embargo, no siempre se han tenido los cuidados necesarios para preservar el ambiente, por lo que el deterioro del agua, suelo y biota ha venido a ser un problema de grandes dimensiones. El daño a estos recursos, ha obligado a que en los últimos años, se busque trabajar bajo el enfoque de sustentabilidad en las actividades agropecuarias, es decir, maximizar la productividad de los cultivos (grano, fruto o forraje) con menores costos de producción, menor cantidad de agroquímicos, con el objetivo fundamental de respetar el ambiente bio-físico (Arreola, *et al.*, 2005).

2.17.- Labranza

Este método es una parte integral del proceso de producción de los cultivos. La finalidad de esta práctica es la creación de características óptimas para el establecimiento y crecimiento de las plantas. La labranza se ha desarrollado tradicionalmente por dos razones: a) Remover las arvenses y b) Dar un ambiente adecuado en el suelo para que la semilla pueda germinar y las plántulas puedan desarrollarse y donde las raíces obtengan nutrimentos, agua y aire necesarios para su crecimiento (Osuna *et al.*, 1990).

2.18.- Labranza Tradicional

Este tipo de labranza se practica ampliamente en las zonas árida y semiárida del centro de México donde el maíz y el frijol son los cultivos más importantes. Los residuos de cosecha son aprovechados como forraje para el ganado en la época seca. La labranza tradicional si bien es cierto que temporalmente incrementa la productividad por la mejora de las condiciones físicas del suelo, también es cierto que incrementa las pérdidas de la materia orgánica, la destrucción de agregados y la erosión del suelo (Jiménez *et al.*, 2004).

De acuerdo a lo anterior esto trae como consecuencia baja fertilidad, incremento de la erosión, pérdida de agua de lluvia, menor infiltración, y en general disminuye la sustentabilidad de la agricultura. El suelo es un sistema donde se realizan multitud de actividades químicas, físicas y biológicas donde es más notorio y objetivo el principio del equilibrio dinámico de la naturaleza (Jiménez *et al.*, 2004).

Dentro de las características físicas de un suelo, la estabilidad de los agregados es muy importante ya que de ella dependen muchos factores como la tendencia a compactarse lo cual trae consecuencias como la pérdida en su capacidad de almacenamiento de humedad. La estabilidad estructural depende principalmente del sistema de labranza y del cultivo (Jiménez *et al.*, 2004).

Las propiedades físicas del suelo son factores que determinan la disponibilidad de oxígeno y movimiento de agua en el mismo, condicionando las prácticas agrícolas a utilizarse y la producción del cultivo. Sin embargo, estas propiedades no escapan a los efectos producidos por distintos tipos de labranza, originándose cambios en el ambiente físico del suelo. Esto tiene importantes repercusiones en su calidad bioquímica y por tanto, en su fertilidad (Hernández, 2000).

Como ha sido demostrado ampliamente, el laboreo excesivo disminuye la fertilidad de los suelos y con ello la biodiversidad a nivel micro y macro en el suelo. Esta disminución de organismos tiene una relación directa con desequilibrios entre los distintos niveles tróficos, y en consecuencia con la disminución de la presencia de organismos depredadores, lo que a su vez incrementa los problemas por plagas (Nicholls y Altieri, 2008).

La labranza tradicional consiste en un volteo del suelo, uno o más pasos de rastra, escarda, “asegunde” y control de maleza en forma manual o química. Se utilizan implementos de tiro animal o mecánico. Puede variar desde un mínimo de labores hasta una serie de pasos de maquinaria (Jiménez *et al.*, 2004).

2.19.- Labranza de Conservación

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Colegio de Posgraduados (CP), la antigua Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, hoy SAGARPA, así como organismos gubernamentales de los estados y Universidades del país han dedicado recursos al impulso de esta práctica de producción (Jiménez *et al.*, 2004).

La agricultura de conservación (AC) surge como una alternativa a la agricultura convencional, con el fin de mantener la fertilidad de los suelos realizando unos laboreos más superficiales y también más rentables. Se practica desde hace años en algunos países y en la actualidad se ha desarrollado y extendido hasta alcanzar aproximadamente los 100 millones de hectáreas en el mundo. Esta cantidad supone cerca del 7 por ciento de los 1,500 millones de hectáreas de tierra arable que existen en el mundo. La mayor parte de la superficie donde se practican las técnicas de AC está localizada en América del Norte y del Sur (Pérez y Lafarga, 2008).

En este tipo de agricultura, la labranza juega un papel fundamental, llamándose labranza de conservación, en donde la técnica de laboreo es mínima o cero. La agricultura de conservación debe mantener, sobre al menos el 30% de la superficie del suelo, una cubierta orgánica permanente en un cultivo, bien sus residuos o un acolchado, para proteger físicamente al suelo del sol, la lluvia y el viento, y alimentar la fauna y flora del suelo (Pérez y Lafarga, 2008).

La Labranza de Conservación (LC) es una de las opciones de manejo más viables para lograr revertir la degradación antes señalada, puesto que con su práctica, además de las ventajas ya señaladas, se incrementa la biodiversidad a nivel micro y macro y se mantiene constante la temperatura (Figuroa y Morales, 1999; Velázquez *et al.*, 2005)

Se han propuesto diferentes alternativas para conservar y proteger el suelo. Una de ellas es el empleo de la labranza de conservación, cuyo estudio se inició en la década de los treinta (Duley y Russell, 1942). La práctica consiste en dejar los residuos de las cosechas anteriores en la superficie del terreno, sin roturar o voltear el suelo, como se hace tradicionalmente. La cobertura del suelo con rastrojo disminuye el efecto de la erosión e incrementa el contenido de la materia orgánica, mejorando con ello las propiedades físicas, químicas, biológicas, y la fertilidad del suelo (Rodríguez *et al.*, 1987).

Los tres objetivos básicos de la labranza de conservación de acuerdo a Riquelme, 2003, son:

- Disminuir la erosión y conservar la humedad del suelo.
- Reducir los requerimientos de energía y trabajo para la producción del cultivo.
- Reducir el tráfico de la máquina en el campo evitando la compactación.

2.19.1.- Consideraciones Sobre la Labranza de Conservación

La siguiente información necesaria para desarrollar un método de labranza debe incluir (Jiménez *et al.*, 2004):

- a) La identificación del tipo de suelo
- b) La identificación de cultivos y métodos de labranza
- c) El tamaño de la explotación y recursos disponibles
- d) La definición de alternativas y técnicas

- e) La capacidad de adopción
- f) Disponibilidad de fertilizantes químicos
- g) Disponibilidad de mano de obra
- h) Disponibilidad de maquinaria
- i) Disponibilidad de equipo
- j) Costos de producción y precios de los productos
- k) Disponibilidad de rastrojos
- l) Uso de fertilizantes orgánicos
- m) Control de arvenses

El método de labranza de conservación en zonas áridas provoca el incremento de los rendimientos en forma considerable, siendo factible su aplicación siempre y cuando se realice estrictamente bajo las condiciones de manejo recomendadas (Ramírez, 1991).

2.19.2.- Cultivos susceptibles a la labranza de conservación

Los cultivos donde se puede aplicar la labranza de conservación son el maíz, trigo, cebada, sorgo y soya, podrían considerarse como susceptibles a incorporarse al sistema de labranza de conservación (Jiménez *et al.*, 2004).

2.19.3.- Maquinaria Utilizada en Labranza de Conservación

Existen evidencias obtenidas principalmente en zonas de clima templado que indican que los sistemas de labranza de conservación no son óptimos para producir maíz en algunos tipos de suelos como arcillosos y pobremente drenados, donde el exceso de humedad lo cual ocasiona disminución del rendimiento de grano (Phillips *et al*, 1980 y Cospes, 1983).

Teniendo en cuenta las evidencia sobre los tipos de suelos adecuados para la labranza de conservación, las operaciones se efectúan utilizando implementos de labranza verticales flexibles de alta resistencia. En los sistemas mecanizados para este tipo de labranza se utilizan implementos dotados de cinceles rígidos o vibratorios que trabajan verticalmente, clavados en el suelo produciendo su fisuración. El empleo de estos implementos permite romper capas duras o compactadas, sin inversión del perfil. Para que la utilización del apero sea correcta los dientes deben trabajar 10 cm por debajo de la capa dura que se desea romper (Océano, 2001).

Los suelos arcillosos mal drenados se compactan con facilidad y son susceptibles de formar un estrato compactado a la profundidad de labor denominada “pie de arado”. La compactación en profundidad, de la que el principal responsable es el peso que transmiten al terreno las ruedas de la maquinaria es más difícil de corregir que la superficial, que puede ser provocada por el pisoteo

de los animales en pastoreo efectuado en suelos con alta humedad o implementos de preparación de suelo que trabajan a poca profundidad. Para romper estratas compactadas más profundas, mayores de 30 centímetros, que impiden la infiltración del agua y crecimiento de las raíces de las plantas, la mejor solución es recurrir a las labores de subsoleo (Riquelme, 2003).

2.19.4.- Subsoleo

Es la labor de suelo, donde se pretende eliminar las estratas compactadas producidas por el mal uso de los implementos y maquinarias de labranza tradicional. La necesidad de usar este método dependerá de una evaluación técnica apropiada (Riquelme, 2003) los beneficios se muestran a continuación:

- Elimina el estrato compactado, o pie de arado, provocado por el paso sucesivo del arado de vertedera o de discos a una misma profundidad.
- Deja los residuos de cosecha sobre la superficie, si han sido convenientemente manejados. En cambio el arado de discos y vertedera entierran dichos residuos, eliminando su efecto protector contra la erosión.
- Evita la proliferación de especies arvenses, debido a que al no invertir el suelo no “desentierra” la semilla en profundidad hacia la superficie.
- No desnivela, ni produce camellones o surcos muertos en su operación como ocurre con los otros arados.

2.19.5.- Control de Arvenses

En este sistema es muy importante controlar las arvenses, los sistemas de mínima labranza y de labranza de conservación, no permiten controlar en forma mecánica o manual por la presencia de la cobertura de residuos sobre el suelo, por ello es indispensable recurrir al control químico (Jiménez *et al.*, 2004).

Para el manejo eficiente de un programa integral de control de maleza se deben considerar las siguientes opciones (Jiménez *et al.*, 2004).

- 1.- Asesoría técnica
- 2.- Identificación de la maleza que sean problema
- 3.- Estrategia de control
- 4.- Control cultural: Fechas de siembra, rotación, etc.
- 5.- Control químico. Es el más importante en el sistema de labranza de conservación, por ello es necesario realizar una buena selección de productos efectivos, con el mínimo riesgo de fitotoxicidad al cultivo, periodo prolongado de control, que no cause daños por residuos al cultivo siguiente y que sea una alternativa económica. Además los productos deben ser aplicados en el momento oportuno y haciendo uso del equipo adecuado y bien calibrado. Esto último es fundamental para el éxito del establecimiento del sistema de labranza de conservación.

La rotación de cultivos es una práctica importante en el control de maleza, ya que se puede controlar más fácil en algunos cultivos. En el sistema de labranza de conservación se reduce el número de especies de arvenses presentes en el terreno, siendo este efecto más marcado en los sistemas de labranza de conservación con 66% y 100% de cobertura de residuos. Este efecto se aprecia también en la población de maleza de hoja ancha (Jiménez *et al.*, 2004).

2.19.6.- Labranza de Conservación a Nivel Mundial

A nivel mundial se estima que se siembran cerca de 100 millones de hectáreas con labranza de conservación, destacando países como EEUU, Brasil, Argentina, Canadá, Australia, India y China con el 96% de la superficie. Respecto a México éste no figura en las estadísticas, aunque se realizan esfuerzos por promover la labranza de conservación desde hace más de 30 años ha sido difícil revertir las estrategias y políticas empleadas para promover la modernización de la producción agrícola nacional, basadas en la mecanización y el uso de agroquímicos (FAO, 2006). En el Cuadro 4 se muestra la Superficie Sembrada con Labranza de Conservación a Nivel Mundial.

Cuadro 4: Superficie Sembrada con Labranza de Conservación a Nivel Mundial.

País	Hectáreas
EE UU	25´000,000
Brasil	24´000,000
Argentina	18´000,000
Canadá	13´000,000
Australia	9´000,000
India	4´000,000
China	1´000,000
Otros	6´000,000
Total:	100´000,000

FUENTE: FAO, 2006. Agricultura 21.

2.19.7.- Labranza de Conservación en México

En nuestro país, en la actualidad se siembra en condiciones de labranza de conservación, cerca de un millón de hectáreas ubicadas principalmente en los estados de Guanajuato, Chiapas, Jalisco y Tamaulipas, donde los principales cultivos establecidos en dichas áreas son el sorgo, maíz y trigo, entre otros (Jiménez *et al.*, 2004).

2.20.- Métodos de Conservación de Suelos

Existen otras opciones de conservación de suelos además de la labranza de conservación, los cuales solos o combinados pueden apoyar las acciones tendientes a la conservación del recurso suelo, estos métodos se describen a continuación (Jiménez et al., 2003).

1.TERRAZAS: Son terraplenes formados entre los bordos de la tierra o canales construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno.

2.- FRANJEADO: Consiste en sembrar franjas de cultivos alternados (anuales y perennes, variando así la velocidad de infiltración del agua.

3.- AGROSILVICULTURA: Se basa en los mismos principios que el franjeado, pero alterna cultivos herbáceos con franjas de arbustos y árboles para reducir la erosión, con lo que se estabiliza física y químicamente el suelo, proporciona sombra (que reduce la evaporación), se retiene y libera con lentitud la humedad, etc.

4.- ROTACIÓN DE CULTIVOS: Es la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos sobre un área de terreno determinada.

5.- SETOS VIVOS: Son cortinas generalmente de árboles, que rodean un área de cultivo, actúan como rompevientos.

6.- APLICACIÓN DE MEJORADORES DEL SUELO: La aplicación adecuada de residuos orgánicos naturales y algunos compuestos químicos pueden ayudar a restituir parte de los nutrientes que se extraen con los cultivos.

III.- CONCLUSIÓN

El sistema de labranza de conservación ha demostrado satisfactoriamente su eficacia para el control y prevención de la erosión del recurso suelo, además de la conservación de humedad en el suelo, desde hace muchos años y en distintos países del mundo.

El sistema de labranza cumple con los objetivos de los productores ya que les permite obtener rendimientos iguales o mayores a los obtenidos con labranza tradicional, dependiendo de los factores que favorecen la productividad. Las evidencias existentes indicadas por algunos investigadores demuestran que su aplicación es costeable para los pequeños agricultores; sin embargo cabe enfatizar que este tipo de labranza no es recomendable para cualquier tipo de suelo.

El sistema de labranza de conservación en zonas áridas permite el incremento de los rendimientos en forma considerable, siendo factible su aplicación siempre y cuando el manejo del sistema se realice de acuerdo a las recomendaciones.

IV.- LITERATURA CITADA

Acero, G. M. G., 2000. Programa Interinstitucional en Ciencias Pecuarias PICP.

Tesis: Uso del cerdo como modelo Biológico para evaluar la calidad de la tortilla por dos procesos de nixtamalización y la fertilización con vitaminas y pasta de soya. Universidad de Colima. PICP. Septiembre 2000.

Aguirre, J. F. y Kohasho J., 2002. Dinámica de la colonización micorrízica y su efecto sobre los componentes del rendimiento y el contenido de fósforo en frijol común. Agr. Téc. Méx. 28 (1): 23-33.

Aguirre, J. F. y Kohashi, C. Trejo, J. A. Acosta G. y Cadena J. 2005. Inoculación de *Phaseolus vulgaris* L, con tres microorganismos y su efecto en tolerancia a sequía. Revista de Agr. Téc. Méx. Vol 31 (2):pp. 125.137.

Agroproduce, 2008. "Tecnología para la producción de maíz en el Papaloapan, Valles Centrales, Costa y Mixteca". "Labranza de Conservación": Uso de biofertilizantes. Núm. 26. Año Julio 2008. pp.2-4.

Allen, M. D. R.1993. Nutrition and health, ingredient analysis table feedstuffs reference issue. Eds. Scheid J. and Muirhead. pp. 65:24-35.

Arreola, T. J.M., L.E. Fregoso T., M. Peñalva B. y H. Escoto R. (2005) Optimización del riego Superficial y la Fertilización Nitrogenada bajo

Siembra Directa en Suelos Vertisoles en Guanajuato, México. In Sánchez-Brito et al (Eds.) Libro Técnico N° 3 CENAPROS-INIFAP. Junio 2005. Morelia, Mich., México. ISBN 968-5580-85-5. P 475-418.

Arteaga, F. J. A., 2008. Tecnología del campo de Experimentación a la parcela del Productor. Fundación Produce Oaxaca. A. C. pp. 2

Azcón, G. C. y Barea, J.M., 1980. Micorrizas. Investigación y Ciencia. Barcelona, España. 47: pp. 8-16.

Burdman, S. E., Jurkevitch Y., Okon. 2000. Recent advances in the use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture. En: Microbial interactions in agriculture and forestry. N.S. Subba Rao and Y.R. Dommergues (ed). Science Publishers, Inc. Enfield, USA. pp. 229-250.

Campos, S., 1995. Respuesta del cultivo de maíz a la labranza de conservación en cuatro diferentes suelos. 6: 80-87.

CEDAF, 1998. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, INC. "Cultivo del Maiz" Fundación de Desarrollo Agropecuario INC. Serie de Cultivos. Guía Técnica N°33. 1ra Edición. Santo Domingo. Republica Dominicana. Septiembre de 1998. pp. 9

CONANP, 2009. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2009. Lineamientos para el otorgamiento de apoyos del programa de conservación de maíz criollo. México, D.F. p. 45-49.

Cosper, H. R. 1983. Soil suitability for conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*. May-June: 152-155.

Duley, E.L. y J.C. Russell. 1942. Effect of stubble mulching on soil erosion and runoff. *Soil Sci Soc. Am. Proc.* 7: 77-81.

Erenstein, O. 1996. El potencial de la labranza de conservación en los sistemas de producción de maíz en México: Un modelo conceptual para la evaluación tecnológica. *Políticas Agrícolas pp. 2: 37-59*.

FAO, 2006. La labranza de conservación en Guanajuato. Nota editorial.

Figueroa, C. J. D. y Aguilar, G. R. 1997. El origen del maíz. Avance y perspectiva. 16(2): 91-97.

Figueroa, S., B. y F. J. Morales F. 1999. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 273 p.

Financiera Rural, 2009. Dirección General Adjunta de planeación estrategia y análisis sectorial. Monografía del maíz.

FIRA, 2003. Labranza de conservación para una agricultura sostenible experiencias y logros. Boletín informativo 29: 281, 28 p.

Font, Q. P. 1977. Diccionario de Botánica. 6ª. Reimpresión. Editorial Labor, S.A. Barcelona. España. 1244p.

Fregoso, T. L. E., Tovar S. J. L., Oleschko L. K., Mendoza O. L. E. 1990. Eficiencia energética y agronomía de Sistemas de labranza, su relación con el agua edáfica y respuesta del maíz bajo dos técnicas de captación de lluvia. La investigación Edafológica en México 1990-1991. Memorias XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Pachuca, Hidalgo, México. Primera ed. 1991. Chapingo, Méx. Pág. 242.

Goycoolea, A., 2007. "Historia del Maíz", [En línea: <http://www.inforural.com.mx/>] Fecha de consulta: [15 de Septiembre de 2012].

Hernández, R.M. 2000. Efectos de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas de ultisoles en el Estado de Guarico-Venezuela. *Agronomía Tropical* 50: 19-29.

INIFAP, 2004. Centro de Investigación Regional. Norte Centro. Campo Pabellón.
Folleto Técnico N° 24.

INTA, 2009. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia Tecnología
Agropecuaria. Manual de recomendaciones del cultivo del maíz. P.72. Ing.
Nevio Bonilla Morales. San Jose, Costa Rica. 2009.

Irizar, M. B. G. P., Vargas D., Garza G. C., Tut C. I., Rojas M. A., Trujillo C. R.
García S. D., Aguirre M. J. C., Martínez G. S., Alvarado M. O., Grajeda C. J.
Valero G. y Aguirre M. J. F. 2003. Respuesta de cultivos agrícolas a los
biofertilizantes en la región central de México. Agr. Téc. Méx. 29(2): pp.
213-225.

Jiménez, G. C. A. 2003. Maciel P. L. H., Espinoza C. J. M. Labranza y Métodos
para conservación de suelo y Agua en Agricultura de Temporal en
Aguascalientes. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural
Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales
Agrícolas y Pecuarias. Norte Centro. Campo experimental Pabellón.
Desplegable para productores N° 37.

Jiménez, G. C. A. 2004. Maciel P. L. H., Peña R. A., Castillo R. A. Secretaría de
Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Instituto

Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico Núm. 24.

Lal, R. 1979. Zero-tillage. *In*: R.W. Fairbridge y C.V. Finkl Jr. (eds). The Science Encyclopedia of Soil. Part. I. Physics, Chemistry, Biology, Fertility and Technology. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania.pp. 616-620.

Navarro, B. A., Figueroa B. S.,Ordáz M., Félix Ch., González V., C. 2000. Efecto de la Labranza sobre la Estructura del Suelo, la Germinación y el Desarrollo del Maíz y Frijol. *Terra*: 18: 61-69.

Nieukoop, M. V., López B. A., Zamarripa M. P., Cadena I. B., Villar S. y De la Piedra R., 1992. Uso y Conservación de los recursos naturales en la Frailesca, Chiapas: Un diagnóstico, CIMMYT. México D. F. pp. 32-34.

Nicholls, C. I. y Altieri M. A.2008. Suelos saludables, plantas saludables: la evidenciaagroecológica. *LEISA. Revista de Agroecología*. Vol. 24 (Septiembre) (2): pp. 6 – 8.

Novelo G. L. 2000. La labranza de conservación en México y apoyos de FIRA para su adopción.

Océano, 2001. Centrum. Enciclopedia práctica de la Agricultura y la ganadería.

Barcelona, España, 2001. PP.159-160.

Okon, Y., E. Fallik, S.Sarig, E. Yahalom and S. Tal. 1988. Plant growth promoting effects of Azospirillum. In Bothe, de Brujin, Newton (ed). Nitrogen fixation: hundred years after. Gustav Fischer. Atuttgart. p. 741.746.

Ortas, L. 2008. AGRIGAN, S.A. El cultivo del maíz: Morfología y Aspectos generales. Boletín N°7. pp.1.

Osuna, C. E. S., Ventura R. E. Jr. 1991. Estudio de la labranza del suelo y la producción de maíz en el llano Ags. La investigación Edafológica en México 1990-1991. Memorias XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Pachuca, Hidalgo, México. Primera ed. 1991. Chapingo, Méx. Pág. 242

Parsons, D. 1987. "Maíz. Manuales para educación agropecuaria", Editorial Trillas, México, pp.:12.

Pérez, C. J.J. y Lafarga A. 2008. Ahorro y eficiencia energética en Agricultura. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN: Rentabilidad, respetando el medio ambiente. pp. 5. Mayo-Junio 2008.

Phillips, R.E. (1974). Soil water evapotranspiration and soil temperature in no-tilled soil. No-tillage research conference proceedings. University of Kentucky. Kentucky, USA. pp. 6-15.

Phillips, R. E., Blevins, R. L., Thomas, G. W., Frye, W. W., Phillips, S.H. 1980. No-tillage agriculture. Science 208: pp. 1108-1113.

Primo, E. 1998. Química de los Alimentos, 1° Ed., Editorial Síntesis S.A. Madrid, España.

Raggi, M.R. 1990. Importancia de la materia orgánica en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. *In*: Primeras jornadas binacionales de cero labranza. Concepción, Chile. pp. 47-76.

Ramírez, V. J., Escopel E. 1991. Labranza de conservación como alternativa de mejoramiento de la reserva hídrica en el cultivo del maíz de temporal para zonas de precipitación errática. La investigación Edafológica en México 1990-1991. Memorias XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Pachuca, Hidalgo, México. Primera ed. 1991. Chapingo, Méx. Pág. 242

Riquelme, S. J. 2003. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro regional de Investigación Rahihuen.

Rodríguez, N.F., S.L.F., Ramírez y Sustaita R. F. 1987. Materia orgánica. Efecto en el suelo e influencia directa en la planta. Publicaciones del Departamento de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.

SAGARPA, 2003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo experimental Pabellón. Folleto para productores N° 32.

Schafer, R. and J. C. 1990. Soil Tillage Res., 16: 143-152.

SEMARNAT-CP, 2003. Evaluación de la degradación del suelo causado por el hombre en la República Mexicana. Memoria Nacional 2001-2002. México 2003.

SIAP, 2008. Servicio de Información y estadística agroalimentaria y pesquera. SAGARPA. México.

Soane, B. D. and J. D. Pidgeon, 1975. SoilSci. 119: 376-384.

SICA, 2000. "El cultivo del maíz duro (*Zea mays*)"
[www.sica.gob.ec/agronegocios/biblioteca\(ing%20rizzo/perfiles_productos/mazduro.pdf](http://www.sica.gob.ec/agronegocios/biblioteca(ing%20rizzo/perfiles_productos/mazduro.pdf). [Fecha de consulta: (Agosto-2012)].

Steenhoudt, O. and Vanderleyden J. 2000. Azospirillum, a free-living nitrogen fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. FEMS Microbiol. Rev. 24: 487-506.

Turrent, F., A. 1987. Un panorama de la Agricultura en México. CECOSA, México, p. 70.

Uresti, G.J. y Cadena, Z.M. 1994. Eficiencia de tres prácticas para conservar el suelo y su productividad en la zona tropical del centro de Veracruz. Revista INIFAP Agricultora Técnica en México. (En Prensa).

Uresti, G.J. y Cornish G.A. 1986. Investigación inicial sobre la conservación de suelos en México. *In*: Memoria de la conferencia sobre la formación de una Red de Mecanización Agrícola para el pequeño agricultor. Campo Exp. Cotaxtla. Veracruz, Ver. México. pp. 331-345.

Urzúa S.F. 2000. Conceptos de sistemas de labranza. ASOMECEMA y UACH. Publicación especial. México. Pp. 41-49.

Velázquez G. J. C., Sánchez B. M., Tiscareño L. Y A., Muñoz V. 1995. Síntesis de actividades de labranza de conservación en México. *In*: Informe RELACO. El uso sostenible del suelo en zonas de ladera: El papel esencial de los

sistemas de labranza conservacionista. III Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. San José, Costa Rica.pp. 218.224.

Wendt, R.E. y Burwell, R.E. 1985. Runoff and soil losses for conventional, reduced and no-till corno Journal of Soil and Water Conservation. pp 40: 450-454.