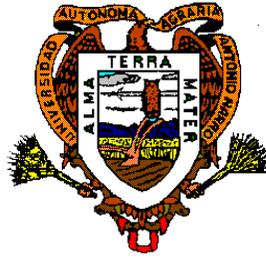


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



CERO LABRANZA

POR.

JAVIER MUÑOZ RENTERIA

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN SUELOS

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MÉXICO

NOVIEMBRE DE 1999

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE SUELO

CERO LABRANZA

**PRESENTADA POR
JAVIER MUÑOZ RENTERIA**

MONOGRAFÍA

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DE H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER TITULO DE INGENIERO AGRONOMO EN
SUELOS.
COMITÉ PARTICULAR**

MC. LUIS MIGUEL LASSO MENDOZA

MC. FELIPE ABENCERRAJE RODRÍGUEZ

ING. PEDRO RECIO DEL BOSQUE

MC. ALEJANDRO HERNANDEZ HERRERA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERIA

INDICE.

	AGRADECIMIENTOS -----	i
	DEDICATORIA -----	ii
I.	INTRODUCCIÓN -----	10
II.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS -----	12
III.	DEFINICIÓN DE CERO LABRANZA -----	17
IV.	VENTAJAS DE LA CERO LABRANZA -----	17
V.	LABRANZA Y RELACIONES SUELO – MAQUINARIA -----	18
VI.	EFFECTOS DE LA CERO LABRANZA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO. -----	19
	-MEJORAMIENTO DE LA DENSIDAD APARENTE. -----	20
	-CAPACIDAD DE RETENCIÓN DEL AGUA. -----	22
	-MEJORAMIENTO DE LA ESTRUCTURA Y ESTABILIDA ---	22
	-COMPACTACIÓN -----	24
	-HUMEDAD APROVECHABLE. -----	25

VII.	EFFECTOS DE LA CERO LABRANZA EN LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO. -----	25
	-CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES . -----	26
	-PH DEL SUELO. -----	27
VIII.	EFFECTOS DE LA CERO LABRANZA EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS. -----	28
	-GERMINACIÓN. -----	29
	-ALELOPATIA. -----	30
	-CRECIMIENTO RADICULAR. -----	31
	-ABSORCIÓN DE NUTRIENTES. -----	33
IX.	CONSIDERACIONES AMBIENTALES. -----	33
	-CONTROL DE LA EROSIÓN DEL VIENTO Y AGUA. -----	34
	-FACTORES QUE INFLUENCIAN LA EROSIÓN DEL VIENTO-- -----	36
X.	CONTROL DE MALEZAS. -----	38
	-MALEZAS. -----	38

-USO DE HERBICIDAS .-----	39
-INTERACCIÓN DE LOS HERBICIDAS CON EL MEDIO AMBIENTE.-----	39
-CONTROL DE MALEZAS PRE-EMERGENCIA.-----	40
-CONTROL DE MALEZAS POST- EMERGENCIA.-----	41
-METODOS DE CONTROL.-----	41
-CONTROL MECÁNICO .-----	41
-CONTROL BIOLÓGICO .-----	42
-ROTACIÓN DE CULTIVOS.-----	42
-CONTROL QUÍMICO.-----	43
-RASTROJOS SOBRE EL SUELO. -----	43
XI. EFECTO DE LAS PASTURAS SOBRE LA SUPERFICIE DEL SUELO. -----	45
XII. FERTILIZACIÓN EN CERO LABRANZA.-----	48
-EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES.-----	50
-LA MATERIA ORGANICA Y EL NITROGENO.-----	52
-LA MATERIA ORGANICA Y EL FOSFORO.-----	54

	-LA MATERIA ORGANICA Y EL POTASIO.	57
	-COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS MENORES EN EL SUELO.	57
XIII.	CONTROL DE PLAGAS Y EMFERMEDADES.	59
	-CONTROL DE EMFERMEDADES.	60
	-CONTROL DE PLAGAS.	64
XIV.	IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN CERO LABRANZA.	67
	-COSECHADORAS.	68
	-PICADORAS DE RASTROJOS.	68
	-SEGADORAS DE RASTROJOS.	69
	-APLICADORAS DE HERBICIDAS.	69
	-APLICADORAS DE FERTILIZANTES.	70
	-SEMBRADORAS.	71
XV.	ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA CERO LABRANZA.	72
	INDICE DE CUADROS.	

CUADRO No. 1 Principales estados que practican cero labranza y principales cultivos. -----16

CUADRO No. 2 Variación de la densidad aparente en relación al contenido de materia orgánica bajo tres sistemas de manejo en suelos de Chequén. * -----21

CUADRO No. 3 Medidas que recomienda BAYER para el control de malezas en cero labranza en un cultivo de soja. -----44

CUADRO No. 4 Comportamiento del Nitrógeno, Fósforo, y Potasio en relación al contenido de materia orgánica bajo tres sistemas de manejo en suelos de Chequén.* -----59

CUADRO No. 5 Costos del cultivo de maíz de temporal y resultados productivos y económicos de la parcela. -----78

*** Provincia de Chile.**

AGRADECIMIENTOS.

A Dios. Gracias señor por haberme permitido terminar mis estudios con bien.

Gracias señor por acompañarme a lo largo de toda mi carrera.

Por no abandonarme cuando más te necesitaba.

Gracias señor por todo lo que has puesto en mi camino.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A mis maestros que ayudaron a mi formación como ingeniero Agrónomo.

A todos mis amigos que estuvieron cuando más los necesitaba.

Al MC. Luis Miguel lasso mendoza.

Al MC. Felipe Abencerraje Rodríguez.

Al Ing. José Anselmo Hernández Fernández.

Gracias por participar en el presente trabajo.

DEDICATORIAS.

A mi padre. Adan Muñoz Serna por haberme dado la más valiosa herencia de la vida, mis estudios. Gracias papá.

A mi madre. Alicia Renteria G. por preocuparse todos estos años de mi carrera. Gracias mamá.

A mis hermanos:

Silvia y Fam.

Jorge y Fam.

Leonel y Fam.

Araceli

Miriam

Y a Eduardo.

A mi novia Anaveti Maldonado García, Por haberme dado el apoyo que siempre me ofreciste incondicionalmente. Te quiero mucho.

I. INTRODUCCIÓN.

La labranza cero consiste en sembrar cultivos en suelos no preparados, abriendo una ranura o banda estrecha solamente del ancho y la profundidad suficiente para obtener una cobertura adecuada de la semilla. No se realiza ninguna otra preparación del suelo. El laboreo es innecesario gracias al uso de los herbicidas para controlar las malezas y pastos indeseables, permitiendo que la energía química sustituya la energía del tractor.

Al realizar cultivos sin laboreo, es necesario seguir las otras practicas de manejo aceptadas y reconocidas tales como la fertilización, elección de suelos, control de malezas, control de insectos, elección de variedades y el momento de siembra.

La cero labranza exige de una mayor habilidad y precisión en todos sus aspectos productivos, porque constituye una verdadera revolución en el manejo de los suelos, y que rechaza herramientas tan primitivas como los diferentes tipos de arados hasta el más moderno cultivador rotativo. Todo esto requiere de la necesaria voluntad de cambio y comprender que cualquier fracaso circunstancial no debe interpretarse como una debilidad del sistema, si no que debe contribuir a la búsqueda de la solución al error cometido, no olvidando nunca que los errores pueden constituir la base de los éxitos.

Para adoptar la cero labranza es necesario tener clara consciencia del valor que alcanza para el ser humano el recurso suelo.

Este método ofrece ventajas significativas tales como: mayores rendimientos, menores costos de producción, mejor retención de humedad del suelo, menor escurrimiento de agua de lluvia, menor erosión por viento y agua, menor perjuicio para el suelo causada por las maquinas, mayor oportunidad de siembra y cosecha, ahorro de laboreo y reducción de ciertos riesgos climáticos.

Además con la labranza cero existe la posibilidad de dedicar a la agricultura, tierras con pendiente demasiado pronunciadas, que en labranza convencional este tipo de suelos es muy susceptible a la erosión del suelo.

Los arados de vertedera, el maíz híbrido, los pesticidas y los tractores de rueda de goma, son ejemplos del desarrollo de la ciencia agrícola que influyeron en la agricultura del pasado. No todos ellos fueron aceptados inmediatamente; pero ahora parecería que el concepto de sembrar sin laboreo esta siendo rápida y ampliamente aceptada.

Herman Warsaw, prestigioso agricultor maicero en Saybrook Bloomington, Illinois, en 1985 logró una producción de 23,210 kg./ha de maíz, lo que es reconocido como un récord a nivel mundial de producción de este grano sin regadío. Además de un eficiente manejo conservacionista de su suelo, Warsaw agrega entre 22,400 y 44,800 kg./ha de guanos orgánicos producidos en su campo. Estos elevados rendimientos tienen la virtud de ser altamente rentables y benefician adicionalmente su suelo en el corto y mediano plazo (Nelson et al., 1985).

II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

En 1975, el CIMMYT en México (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), introdujo en el programa de adiestramiento internacional para investigaciones en maíz, la investigación de labranza cero de conservación, y hasta diciembre de 1989 había capacitado a 53 técnicos Mexicanos en 29 cursos sobre este sistema. Desde 1979, personal de este centro realizo cursos cortos y conferencias para técnicos y productores, en diferentes partes del país.

En 1979, FIRA inició el adiestramiento de algunos de sus técnicos en el sistema de labranza de conservación. Para 1983 ya existían 19 técnicos capacitados en el sistema y distribuidos estratégicamente en todo el país, con la consigna de promover el sistema y establecer parcelas demostrativas, algunos de ellos después de realizar un viaje de observación y estudios a los Estados Unidos de América.

En ese mismo año la dirección general de FIRA autorizó la compra de dos maquinas sembradoras especializadas para cero labranza, una mecánica y otra neumática, contándose en el país hasta ese tiempo, con aproximadamente 6 sembradoras de diferentes marcas en manos de productores comerciales e instituciones.

De 1984 a 1987 pocas regiones del país se distinguieron por usar el sistema en forma comercial; sin embargo, el éxito relativo que se tuvo en la zona de las Huastecas y la región de Tulancingo, Hidalgo, convenció a algunos productores, mientras que otros tomaron el sistema con cierto escepticismo.

Se estima que en todo el mundo actualmente se cultivan alrededor de 100 millones de hectáreas con el sistema de labranza de conservación. Solo en Estados Unidos de América, existen poco menos de 60 millones de hectáreas y esperan tener para el año 2010, alrededor del 75% de la superficie sembrada con granos básicos, con el sistema de labranza de conservación.

La mayor parte de la superficie que hay en ese país es de mínima labranza de conservación (Mulch-til 67% y reduced till 15.5 %) y únicamente 14.8 % es de cero labranza de conservación.

Actualmente algunos productores consideran más provechoso el uso de tractores potentes para arar profundo cada año. Sin embargo, el concepto de requerimientos de labranza para la producción de cultivos se está transformando rápidamente.

Realización de sistemas parecidos se hicieron factibles en los 50's, cuando aparecen los químicos como: Dapalon, Amitrol y Atrazina, que pueden destruir la existencia de vegetación correlativamente bajo ó no-efecto residual en el cultivo a ser establecido.

El concepto de cero labranza recibe soporte como una consecuencia de los resultados alentadores obtenidos por practicas de cobertura de cultivos en los Estados Unidos donde el sistema de plantas cultivadas está desarrollado para cultivos en hilera dando años de protección del suelo contra la erosión.

Estos sistemas pueden ser considerados como un precursor de cero labranza que iniciaron en 1960. Para 1971, la cero labranza en la producción de maíz, frijol

soja, sorgo y algodón en los Estados Unidos estuvo estimada como: 438,600, 130,200, 22,900 y 2,000 has, respectivamente (D.M.Van Doren, personal communication, 1972).

Los primeros experimentos de Klingman, Mekibben y Speight sobre no laboreo, fueron observadas por agricultores de diversos estados del cinturón del maíz y del sureste. Al principio de la década de 1960, varios agricultores probaron lo que entonces era considerado un nuevo sistema de producción de maíz.

Armando Carrillo Sosa (presidente ejecutivo de la fundación produce Sinaloa) dice: El sistema que hemos desarrollado en labranza de conservación y goteo se sale de todo pronóstico que pudieras imaginarte. Se trata de un sistema en el cual se obtienen tres cosechas al año. La primera con un rendimiento por hectárea de 4.4 toneladas de frijol, la segunda con 11 toneladas de sorgo y 6 de soca de sorgo.

Todas las siembras se realizan en seco y se riega y se fertiliza con el sistema de riego por goteo enterrado. La combinación de labranza de conservación (0-labranza) y riego por goteo permite alcanzar una verdadera eficiencia y competitividad al productor. Ver imagen No. 1

A nivel internacional, Brasil muestra un fuerte crecimiento en su superficie cero labranza. En la década de los 70s el aumento fue de 400 veces (Derspch, 1984).

La

localidad de Ponta Grossa en el estado de Paraná es la mayor unidad de cero labranza

del mundo, la cual cubre una superficie superior a las 300,000 Has. Teniendo el 90% de su área sembrada sin arar la tierra.

La cero labranza continuará en constante aumento en Chile y en el mundo entero. Un ejemplo notable lo esta logrando la República de Argentina, hace solo unos pocos años las siembras cero labranza eran unas pocas hectáreas. Hoy la labranza del suelo esta pasando a la historia en las localidades de Rosario, San Jorge, Marcos Juárez, y otras localidades. El Doctor Víctor Trucco, presidente de la asociación Argentina de productores en siembra directa, expresa que en la temporada de 1990- 1991 en el país se sembraron 300,000 Has. habiendo existido solamente en 1987, 3,000 has. Esto debido a que el recurso suelo se encuentra tan fuertemente alterado en sus características básicas por las erosiones hídricas y eólicas.

Cuadro 1. Principales estados que practican cero labranza y cultivos.

ESTADOS	CULTIVOS
HIDALGO	MAÍZ, CEBADA, Y TRIGO
GUANAJUATO	TRIGO, SORGO, Y MAIZ
JALISCO	MAIZ, SORGO Y GARBANZO
MICHOACAN	MAIZ, TRIGO, SORGO Y FRUTALES
NAYARIT	MAIZ Y FRIJOL
PUEBLA	MAIZ Y FRUTALES
TAMAULIPAS	MAIZ, SORGO, FRIJOL, SOYA, CARTAMO Y FRUTALES
VERACRUZ	MAIZ, SORGO, FRIJOL, SOYA, CARTAMO Y FRUTALES
MORELOS	SORGO
TLAXCALA	MAIZ

Fuente: FIRA BOLETIN INFORMATIVO 1990

III. DEFINICIÓN DE CERO-LABRANZA

La cero labranza es una técnica que no remueve el suelo, asegura su estabilidad física permitiendo su utilización en áreas con fuertes pendientes.

Es la máxima expresión de la labranza de conservación, pues el suelo permanece sin ser perturbado por la acción de los implementos de labranza primaria, y el residuo del cultivo anterior cubre por lo menos un 30% de la superficie del suelo. Este sistema tiene mayor cantidad de ventajas, pues se asemeja más a lo que la naturaleza hacía antes de que el hombre llegara a perturbarla.

IV. VENTAJAS DE LA CERO LABRANZA.

- Reducción de costos de cultivo.
- Reducción de costos de equipo y maquinaria.
- Mayor oportunidad de sembrar en la fecha óptima.
- Se pueden utilizar implementos convencionales.
- Utilización de residuos para alimentación animal.
- No forma piso de arado.
- Se pueden sembrar dos ciclos por año o más.
- Se reduce la temperatura del suelo.
- Aumento de la fertilidad del suelo.
- Se reduce la evaporación del suelo y el encostramiento.

- Reducción de la erosión.
- Reducción de infestación de malezas.
- Mejora de la estructura y agregación del suelo.
- Aprovechamiento de suelo con fuertes pendientes.

V. LABRANZA Y RELACIONES SUELO MAQUINARIA

La agricultura existía en la Península Ibérica desde largos siglos, cuando los romanos la conquistaron. La investigación prueba que los instrumentos y aperos de labranza, son muy comunes a los pueblos Indoeuropeos, Semitas y Camitas y remontan a una antigüedad muy remota, a los tiempos prehistóricos. Los progresos realizados fueron extremadamente lentos: los más considerables se realizaron en virtud de la transformación general producida por la aparición de la industria metalúrgica, alcanzando el punto culminante en la edad del hierro.

Los modos de preparar la tierra han ido cambiando, lo mismo que los modos de sembrar y cultivar la tierra. Hacia 1920 se pensaba que lo mejor era enterrar totalmente los rastrojos y los residuos de las cosechas. Hoy se sabe que esto no es lo mejor debido a que existen mejores alternativas como la labranza de conservación.

Los agricultores acostumbraban trabajar la tierra donde iban a sembrar hasta que quedara fina y firme. Ahora se sabe que el trabajo excesivo del suelo no solo es innecesario, sino que puede ser perjudicial.

Las prácticas de labranza influyen en todas las condiciones físicas del suelo.

Se sabe que el laboreo excesivo causa erosión, compactación, pérdida de humedad del suelo, mala estructura y deterioró de varias otras características físicas del suelo, que impiden el desarrollo radicular

El efecto beneficio o perjudicial de la labranza depende del tipo del implemento empleado y de la intensidad con que se usen, ya que el efecto benéfico se nulifica por su uso intensivo.

VI. EFECTOS DE LA CERO LABRANZA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO.

La principal ventaja que resalta en el manejo de la cero labranza es el notable mejoramiento de las cualidades físicas del suelo. En los años transcurridos de manejo sin arar se observa un suelo obscuro, orgánico y suave al tacto. Esto facilita tanto la siembra así como el desarrollo posterior de las plantas.

En la práctica se observan mejores rendimientos comparativos en suelos bajo cero labranza, especialmente cuando existe una acumulación de rastrojos en la superficie por dos o tres años, inclusive en años de menor pluviometría.

Es evidente el efecto positivo de la cero labranza sobre el mejoramiento de la humedad aprovechable en el suelo, lo que significa un aumento de más de 50% con relación a la humedad disponible en el sistema tradicional y de un 35% respecto de la pradera.

Tisdale et al, (1985) indica que el aumento del agua disponible en suelos bajo

cero labranza durante los meses estivales es superior al que se observa en suelos arados.

MEJORAMIENTO DE LA DENSIDAD APARENTE.

El mejoramiento de la densidad aparente tiene relación directamente proporcional a su contenido de materia orgánica. El fuerte incremento de la actividad biológica se logra paulatinamente con el aporte de materia orgánica, induce la formación de poros, aumentando así el espacio no ocupado por sólidos.

En los primeros años de establecida la cero labranza se ha observado que el suelo aumenta su densidad aparente, es decir el suelo tiende a compactarse, esto debido a que raíces y rastrosos y especialmente la mesofauna demorarán algún tiempo en degenerarse y constituir los túneles ó conductos naturales, y con ello mejorar la infiltración del agua.

Cuadro 2. Variación de la densidad aparente en relación al contenido de materia orgánica bajo tres sistemas de manejo en suelos de Chequén.

	Profundidad	Materia orgánica	Densidad aparente
Manejos	Cm	%	G/cm³
Tradicional	0-5	1.42	1.30
Trigo- avena	5-10	1.24	1.38
5 años	10-20	1.00	1.60
Praderas	5-10	1.92	1.42
15 años	10-20	1.14	1.20
Cero labranza	0-5	5.32	0.95
7 años	5-10	2.84	1.58
Trigo- Maíz	10-20	2.24	1.60

Fuente: Rastrojos sobre el suelo, una introducción a la cero labranza.

CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA.

Este hecho esta relacionado con el mejoramiento de la densidad aparente, por cuanto se dispone de un espacio mayor que permite almacenar mas agua y retenerla por un tiempo mas prolongado comparativamente con un suelo con menor contenido de materia orgánica.

Un suelo cubierto con residuos de cultivo retendrá un mayor porcentaje de agua a capacidad de campo que el mismo suelo arado. La presencia de raíces de plantas intactas y el mayor porcentaje de materia orgánica debido a las raíces de las plantas, originaran en el suelo poros más grandes, que retendrán cantidades mayores de agua.

El agua del suelo se pierde por evaporación, por escurrimiento superficial, por la transpiración de las plantas en crecimiento y debido a la percolación a profundidades mayores que la zona radicular del cultivo. Como es de esperar la cobertura de residuos vegetales, reducirá las pérdidas de agua causadas por la evaporación y el escurrimiento.

MEJORAMIENTO DE ESTRUCTURA Y ESTABILIDAD.

La estructura se define como la disposición de las partículas elementales (Arena, limo y arcilla) que forman partículas compuestas, separadas de las contiguas, y que tienen propiedades diferentes de las de una masa igual de partículas elementales sin agregación (U.S.D.A., 1957).

Desde el punto de vista del crecimiento de las plantas; la capacidad estructural del suelo se define como su capacidad para formar terrones espontáneamente y de que estos terrones se dividan en pedazos pequeños, granos o agregados, sin la intervención del hombre.

La materia orgánica tiene un papel con respecto a la conservación de la estabilidad estructural, así: favorece la tendencia a formar agregados, ejerciendo una acción cementante sobre estos y disminuyendo el efecto erosivo del agua.

La estructura en mayor grado es la que determina el estado de salud del suelo, su aptitud para el cultivo, así como su capacidad para ser mejorado.

Una buena estructura del suelo es importante para el crecimiento de las plantas, ya que permite una buena aireación necesaria para el desarrollo normal de las raíces, facilita el almacenaje de agua en los espacios porosos y evita la compactación superficial y el encostramiento del suelo.

Con el sistema de cero labranza, cuya característica fundamental es no alterar la estructura del suelo que se ha formado a través del tiempo. La materia orgánica que se aporta de los rastrojos sobre el suelo se incorpora como humus en forma gradual y natural, siguiendo el camino de la porosidad generada por la actividad de los microorganismos y especialmente de la mesofauna que colonizan rápidamente el nuevo perfil de suelo orgánico.

El humus es una sustancia orgánica de origen vegetal rica en celulosa y lignina. Es de naturaleza coloidal de color marrón oscuro y prácticamente no

recuerda nada a los restos de los que precede.

COMPACTACIÓN.

La compactación y por ende la disminución de la porosidad de los suelos bajo cultivo mecánico se inicia en el mismo momento que se termina la siembra. Un suelo labrado y con escasa cubierta vegetal será compactado por las gotas de lluvia y por los pasos de la maquinaria agrícola durante el desarrollo de la planta. La única defensa que tiene el suelo contra la compactación es evitar su labranza y mantener residuos de cosecha sobre él.

El Dr. A. W. Cooper, Director del Laboratorio Nacional de Maquinaria Agrícola, en Auburn, Alabama, ha probado el efecto del pasaje de maquinaria entre las hileras en el comportamiento del algodón y encontró que en los espacios entre hileras donde pasó el tractor había menos raíces que en las zonas donde no había pasado.

La magnitud del daño producido por el pasaje de la maquinaria está determinada por el contenido de humedad, textura, estructura y cobertura vegetal del suelo.

La compactación del suelo producida por la maquinaria agrícola ha sido considerada siempre como un problema tanto por los edafólogos como los agricultores y se han realizado numerosas investigaciones para determinar su alcance y su forma de reducirla. La compactación ya era un problema de preocupación

cuando la preparación de la tierra se hacía con caballos y mulas.

Algunos especialistas en conservación de suelo han venido observando campos trabajados sin laboreo durante años, han constatado una notoria reducción en la compactación del suelo.

El Dr. Cooper indica un nuevo método para eliminar las oportunidades en que el suelo se pueda compactar. Su trabajo sugiere que las ruedas del tractor y de los implementos se hagan pasar siempre por el mismo lugar del campo, el trabajo del Dr. Cooper muestra que al utilizar equipos más livianos y al producirse menor número de desplazamientos se reducen los problemas de compactación.

HUMEDAD APROVECHABLE.

La humedad aprovechable es el agua que las plantas pueden utilizar para sus necesidades fisiológicas y cuantitativamente corresponde a la humedad comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

Como se ha mencionado anteriormente el aporte de materia orgánica es evidente sobre la mejora de la densidad aparente y por ende sobre la humedad aprovechable.

VII. EFECTOS DE LA CERO LABRANZA EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO.

Entre los fenómenos más importantes para los productores agrícolas es el relacionado con la fertilidad del suelo, ya que involucra directamente a la

productividad y se relaciona con la economía.

La utilización de grandes dosis de abonos químicos ha hecho olvidar el papel fundamental de las aportaciones orgánicas. El empobrecimiento de las tierras en humus es un hecho evidente que tiene consecuencias netas sobre la fertilidad, el mullimiento, la vida microbiana, la estabilidad de la estructura, etc.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES.

Los coloides que presentan una mejor capacidad de intercambio de cationes son aquellos que tienen una mayor superficie específica.

Los materiales coloidales tanto minerales como orgánicos son entonces los que presentan mayor superficie y se denomina específica porque dependen del origen del material coloidal. Coloides provenientes de materia orgánica presentan una superficie específica entre 500 a 800 m² /gramo; los coloides constituidos por arcillas montmorillonitas presentan una superficie de 800 m² / gramo; las constituidas por arcillas de illita, una superficie de 50 a 100 m² / gramo (Robinson,1967; Bear, 1963).

El humus proviene de la mineralización parcial de la materia orgánica también está dentro de ese tamaño de partículas, por lo que el conjunto de coloides minerales y orgánicos son la fracción más importante del suelo desde el punto de vista químico.

Las prácticas habituales como la quema de rastrojos han producido y producen impactos duraderos e irreversibles, como la destrucción de materia orgánica y la micro estructura del suelo, y erosión y pérdida de fertilidad en mayor parte de los

suelos.

PH DEL SUELO.

La notación PH se usa para expresar la concentración relativa de iones de hidrógeno en la solución del suelo, razón por la cuál al PH se le denomina acidez. La acidez en el suelo es el resultado de la sustitución de las bases por hidrógeno en el complejo de intercambio; la alcalinidad es el resultado de una acumulación de bases ó cationes.

El PH es un factor importante en la nutrición vegetal, ya que un solo ácido ó alcalino puede afectar a la microbiología y también a la disponibilidad de nutrientes de las plantas.

Un suelo con PH inferior a 5.5 puede hacer solubles minerales de aluminio y manganeso, llegando a soluciones de concentraciones tóxicas para el desarrollo de las plantas. Concentraciones tan bajas como 1 ppm. De aluminio y 100 ppm. de manganeso solubles pueden inhibir el desarrollo vegetativo de las plantas (Garavito, 1979).

La solubilidad del fósforo disminuye notablemente a un PH inferior a 6.5 e igualmente cuando el PH sube arriba de 7.5, en tanto que entre 6.5 y 7.5 ésta se hace máxima (Thompson, 1965).

El exceso de laboreo y la consiguiente disminución de los niveles de materia orgánica puede significar una perdida del ion OH^- y con ello un aumento en la

acidez del suelo. Suelos que han perdido materia orgánica también han comprometido su estructura. Esto los deja sujetos a lixiviación de sus cationes útiles (Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, y amonio), por lluvias intensas ó riegos muy prolongados, lo que también pueden significar un aumento de la acidez del suelo.

En suelos arcillosos y limosos con baja materia orgánica puede ser también sinónimo de baja de PH. Cuando se entierra la materia orgánica existente en la superficie del suelo, se inicia un proceso de descomposición más rápido que si ésta quedara en la superficie. Cuando los rastrojos quedan sobre el suelo la descomposición es más lenta, por lo que existirán menos posibilidades de alterar el PH.

Los suelos con más contenido de materia orgánica tienen mayor poder tampón, es decir podrán conservar mejor su PH original.

VIII. EFECTOS DE LA CERO LABRANZA EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.

La cero labranza involucra altos contenidos de agua en las capas superficiales del suelo, reduciendo la aireación, creando fuerte resistencia a la penetración de raíces, disminuyendo la temperatura del suelo, etc., Todos estos cambios pueden ser relevantes en el crecimiento de las plantas.

Existen algunas diferencias entre el desarrollo que tienen las plantas de maíz en condiciones de no laboreo y las de laboreo convencional. Las partes aéreas de las

plantas parecen muy semejantes, aunque una observación detallada revelará mínimas diferencias.

El primer indicio de diferencias entre plantas se observa en la germinación y la emergencia de las plantulas, sobre las cuales influye la firmeza del suelo alrededor de la semilla y la cantidad de suelo que cubre la misma. Un contacto firme entre el suelo y la planta promueve una emergencia y un crecimiento más rápido. En las sembradoras convencionales a veces existen condiciones más favorables para producir un contacto más firme con el suelo que en las siembras sin laboreo, pero los rendimientos finales de la agricultura sin laboreo no varían significativamente de los rendimientos de los sistemas convencionales.

GERMINACIÓN.

Debido a las condiciones climáticas del terreno o requerimientos técnicos, la superficie del suelo está usualmente seca cuando se prepara la cama de siembra. Por lo tanto la semilla puede germinar lentamente.

Los residuos de herbicidas no selectivos pueden ser bastante concentrados y retardar la emergencia de las plantas (Adams et al., 1970). Por lo que se debe de tener cuidado en la aplicación de estos productos.

Los residuos de las plantas pueden contener sustancias fitotóxicas (Boerner, 1960). Las cuales inhiben la germinación de las plantas.

La descomposición microbiana de pajas de trigo pueden desarrollar

sustancias fitotóxicas como la patulina (Norstadt y McCalla, 1968). Las cuales inhiben la germinación.

Se ha observado que cuando la germinación se produce bajo mayor intensidad de luz, las plantas aparecen con notorias diferencias con respecto a aquellas expuestas a menos luz. La cantidad de luz disponible para las plantas varía según la profundidad de la siembra y el grado de cobertura de la semilla.

En cero labranza la cobertura de las semillas es menor, con respecto a labranza convencional del suelo, esto hace recibir menor iluminación, lo que determinará una planta de maíz parecida a un pasto.

ALELOPATIA.

La alelopatia se puede definir como una interacción químico biológica-natural, por medio de la cual una planta o sus residuos pueden ocasionar daño o interferir sobre el desarrollo de otras. A estas sustancias se les llaman aleloquímicos.

Los aleloquímicos (ácido ferulico y p. Cumarico) generados durante la descomposición de rastrojos de avena actúan directamente en el vegetal inhibiendo la actividad fotosintética, enzimática y los reguladores de crecimiento, alterando la síntesis proteica. El ácido ferúlico inhibe actividades fisiológicas como la permeabilidad de los iones de potasio, calcio, manganeso, fierro a nivel radicular en avena sativa.

Este es un fenómeno que se genera durante el inicio de la descomposición de

residuos de cosechas y que puede afectar seriamente la germinación de diversas semillas, como también inhibir su desarrollo.

En 1937 el botánico Austriaco Hans Molish fue el primer científico en observar este fenómeno y le definió como medios tóxicos generados por microorganismos, como bacterias, actinomycetes, hongos, algas, etc. En esta lucha química hay especies las cuales exudan compuestos fitotóxicos, con la cual logran dañar a otros seres vivos que reciben este efecto.

Stowe, citado por Elliot et al., (1978), indica que otros compuestos orgánicos como enzimas y hormonas, cuando son producidos en exceso, pueden actuar como inhibidores del desarrollo de semillas y plantas.

En 1983 Verónica Campos, botánica de la Universidad de Concepción, en un estudio de rastrojos de avena y maíz encontró aleloquímicos y sus propiedades fitotóxicas. Estos aleloquímicos inhiben la actividad fotosintética, enzimática y de los reguladores de crecimiento, alterando la síntesis proteica.

CRECIMIENTO RADICULAR.

La cantidad de raíces observadas en diferentes estados de crecimiento y las capas del suelo tienden a ser inferior en suelos cero labrados (Newbould et al., 1970; Cannel y Ellis, 1972).

El crecimiento axial de raíces puede ser compensado por un gran crecimiento radical y por grandes diámetros de raíces axiales seminales en cebada (Yueruer,

1972). Esto indica el efecto de la resistencia mecánica a la penetración radicular en suelos cero labrado.

El desarrollo de raíces primarias con el no laboreo es levemente diferente. Los modelos de enraizamiento son más compactos, con un desarrollo mayor de raíces secundarias a lo largo de las endiduras dejadas por las sembradoras para no laboreo. Esto no significa que haya menor superficie total de raíces, sino que el patrón de enraizamiento es diferente. Algunas veces con el no laboreo se ha notado una mayor proliferación de raíces cerca de la superficie.

En Indiana se comparó durante dos años el crecimiento radicular del maíz producido con laboreo convencional y no laboreo; el primer año se encontraba mayor porcentaje de raíces, en varias profundidades con el laboreo convencional. Sin embargo en 1968 hubo poca diferencia en el crecimiento de raíces en los dos sistemas.

En un estudio efectuado en Kentucky se observó la diferencia en la distribución de las raíces de maíz en el perfil del suelo según el sistema de laboreo (convencional y no laboreo). Se aplicó nitrógeno en una proporción de 84 kg./ha. Se midió la longitud de las raíces en tres fechas y hasta una profundidad de 61 centímetros.

En los primeros cinco centímetros del suelo las raíces del maíz eran diez veces más numerosas debajo del pasto muerto que en condiciones de laboreo convencional. La humedad del suelo fue más favorable para el crecimiento de las raíces. Con el laboreo convencional al mes de la siembra, el crecimiento radicular fue mayor entre 5

y 15 cm. de profundidad. Las raíces en el cultivo sin laboreo se desarrollaron más cerca de la superficie y decrecieron con la profundidad.

ABSORCIÓN DE NUTRIENTES.

Medidas del contenido de nutrientes en hojas u otras partes de la planta pueden ser usadas para detectar deficiencias en la absorción de nutrientes.

Análisis de tejidos de plantas de maíz tomadas de suelos sin labrar mostraban generalmente altos contenidos de nitrógeno (Moody et al., 1963; Shear, 1968), en cereales (Arnott y clement ; 1966 ; Kahnt, 1969), pasto de forraje (During et al., 1963), en comparación de muestras tomadas en suelos arados.

En más casos el fósforo y potasio contenidos en plantas cultivadas en suelos sin labrar mostraban altos contenidos de estos elementos o igual al contenido observado en suelos labrados convencionalmente.

IX. CONSIDERACIONES AMBIENTALES.

La conservación del suelo es prioritaria en todo el mundo y en México, algunos autores aseguran que el 80% de la superficie total del país presenta erosión en alguna intensidad, para ser más precisos, 50 millones de hectáreas tienen erosión entre

severa y muy severa lo que ocasiona un deterioro constante de nuestro rendimiento y una disminución paulatina de nuestra tierra aprovechable; los ejemplos más

dramáticos los observamos en los estados de Tlaxcala, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, México, Hidalgo, Durango, Tamaulipas y Coahuila.

En el mundo se estiman pérdidas de suelo entre 5 y 7 millones de hectáreas anuales, mientras que la proyección de pérdidas de suelos productivos por degradación, se estima para finales de siglo en 100.000 Km²/ año (Marelli, 1989).

En los Estados Unidos de Norteamérica, en una superficie de casi 50 millones de hectáreas se pierden anualmente más de 12 ton /ha de suelo debido a las erosiones tanto hídricas como eólica (Monsanto, 1989).

Dejar rastrojos sobre la superficie del suelo es la forma más efectiva de controlar la erosión del suelo por el viento.

Un estudio de Peiretti, R. (1994), con datos de la FAO calcula que la pérdida mundial de tierra cultivable por erosión llega a 24 millones de toneladas por año. Equivalente a un grosor de 15 a 20 cm. Esto significa que cada año se pierden de 10 a 12 millones de hectáreas.

En Argentina ya se ven afectadas 25 millones de hectáreas de superficie agrícola debido a la erosión hídrica en suelos sin cubierta vegetal. A eso hay que añadir 21,5 millones de hectáreas dañadas por erosión eólica.

CONTROL DE LA EROSIÓN DEL VIENTO Y AGUA.

La erosión se define como el proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas del suelo causado por el agua, viento y por la acción del hombre.

Entre los factores que ofrecen resistencia a la erosión hídrica y eólica se pueden citar la vegetación, el carácter y la densidad de la misma y la naturaleza física del suelo. Es muy urgente entender mejor los procesos fundamentales sobre la erodabilidad del suelo, y contribuir a desarrollar prácticas para el uso de tierras y sistemas de cultivo que restrinjan la pérdida del suelo, dentro de límites razonables.

Se deben crear nuevas prácticas de control de erosión y escurrimiento, que puedan sustituir adecuadamente las prácticas de cultivos de cobertura en los sistemas de rotación.

La labranza, el mejoramiento de la fertilidad y las prácticas de manejo de los residuos de cosecha se pueden considerar como algunos de los sustitutos efectivos.

Cuando el hombre observó un hecho tan simple como la caída de una gota de lluvia sobre un suelo desnudo, pudo comprender muchos fenómenos que lo han agobiado durante miles de años. La gota de lluvia es entre 8 y 30 mil veces más grande que una partícula de suelo ya sea de origen mineral u orgánico, la cual al caer, considerando su tamaño y su energía gravitacional que conlleva, se convierte en un verdadero proyectil, que impacta violentamente al suelo desnudo, disgregado por la acción mecánica de los implementos de labranza (Contreras, 1973).

La erosión del viento es un serio problema en muchas áreas de producción. La erosión por el viento es más severa donde el suelo está suelto, finamente dividido, y seco. Ver imagen 2.

Resultados recientes demuestran que el control de la erosión del suelo puede ser mejorada manteniendo los residuos de cosechas en la superficie de suelo con

reducida labranza y cero labranza.

Trabajadores del servicio de conservación del suelo descubrieron que la paja usada como cubierta controlaba la erosión por el chapoteo del agua

El material del suelo removido por la erosión está a menudo formado por materia orgánica y partículas de limo y arcilla

La cero labranza es un método moderno y simple que combina varias de las ventajas de los otros métodos. Estudios recientes realizados en Ohio, EEUU y continuados por varios años, trataron de evaluar el efecto de las técnicas de no laboreo en el control de la erosión eólica. Los trabajos se hicieron con maíz sin laboreo en suelos arenosos fácilmente erosionables y se encontró que luego de una tormenta de viento muy fuerte se había movido nada mas que 4.5 t/ha. En un área vecina, arada, pero similar en todas sus características a la anterior se movieron 295 t/ha en la misma tormenta. Los rendimientos de maíz fueron 25 % superiores en el área sin laboreo.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Necesidades en la Conservación de Suelos y Aguas del USDA (1965) la erosión eólica es el problema predominante en 22.3 millones de hectáreas de cultivo y en 3.6 millones de hectáreas de campos de pastoreo. Medidas realizadas durante tormentas de polvo han registrado una concentración de materiales sólidos en el aire de 675 a 280,000 microgramos por metro cúbico, lo cual excede la concentración de 80 microgramos por metro cúbico, considerada en limite tolerable para un aire de calidad aceptable.

FACTORES QUE INFLUENCIAN LA EROSIÓN DEL VIENTO.

Las condiciones requeridas de suelo, vegetación, y las condiciones climáticas prevalecientes. Estas condiciones son (1) un suelo flojo, seco; (2) una superficie lisa donde la cobertura vegetal es ausente o escasa; (3) viento bastante fuerte (Skidmore y Siddoway, 1978).

Suelos arenosos son extremadamente susceptibles a la erosión del viento a causa de la no-coherencia entre partículas, rápido secamiento, y el pequeño tamaño de las partículas

En 1877, Wollny, de Alemania, descubrió que la cubierta vegetal protegía el suelo contra el impacto de la lluvia y notó que la estructura granular y floja de los suelos no protegidos se demolía, mientras que se hacían duros y compactos durante las lluvias. Al mismo tiempo, el espacio poroso era disminuido como un resultado del agua lodosa que era absorbida por los grandes poros, los cuales se llenaban de partículas finas de tierra.

La primera acción física notable de los rastrojos sobre el suelo es frenar la energía cinética de la gota de lluvia, permitiendo que el agua se ponga en contacto con el suelo mineral absorbente en forma lenta y gradual, lo que favorece la infiltración mas que el escurrimiento superficial.

Lowdermilk, de California, y Hendrinckson, de Georgia, demostraron que el espacio poroso en los tres centímetros superficiales del suelo se llenaba con arcilla y

lodo cuando el agua cenagosa era vertida sobre él.

Neal, de New Jersey, y Free, de New York, probaron que el impacto de las gotas de lluvia destruía la estructura abierta de los tres centímetros de la capa superior del suelo. Esto formaba una superficie densa, casi impermeable, reducía la infiltración.

X. CONTROL DE MALEZAS.

El control de malezas es uno de los factores vitales en la producción de los cultivos en hilera sin laboreo.

El control de malezas es sin duda uno de los aspectos más importantes en la producción vegetal, ya que interfiere en los rendimientos de plantas cultivadas.

El control de malezas es uno de los problemas que se ha de analizar más a fondo. En el estado de Maryland, en el Este de los Estados Unidos, la grama Johnson resulta casi imposible de erradicar en los campos sin labranza. En la actualidad, aun con la ayuda de los herbicidas el control es deficiente. Por lo que es necesario poner mayor ímpetu en esta práctica.

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

MALEZAS.

La maleza o malas hierbas son aquellas plantas endémicas o introducidas que pueden interferir o dañar a una siembra o plantación. Se consideran malezas a

aquellas plantas que son ajenas a un cultivo establecido.

Las malezas se hacen presentes en un cultivo cuando el manejo del suelo pre-siembra y post-emergencia ha sido inadecuado.

Las malezas pueden estar presentes, como plantas en cualquier estado, aunque puede existir en el suelo gran cantidad de semillas y estructuras vegetativas que se desarrollan cuando las condiciones ambientales son las adecuadas. Por este motivo un eficiente control de malezas debe estar dirigido tanto a malezas presentes, como también a las semillas de estas que se encuentran en una etapa de germinación.

USO DE HERBICIDAS.

Los herbicidas químicos son una parte vital de la mayoría de los programas de control de malezas. Una cuidadosa selección de los herbicidas y su aplicación en el momento y la proporción adecuada eliminará cierto tipo de maleza sin dañar las plantas de cosecha. En muchos casos los herbicidas pueden decidir entre un rendimiento satisfactorio o un fracaso de la cosecha.

La permanencia de algunos herbicidas en el suelo de una temporada a otra puede limitar la selección de cosechas en algunos campos. Una aplicación de un herbicida es muy costosa y no es lo suficientemente confiable bajo todas las combinaciones de tierras, humedad y condiciones de tiempo.

La residualidad en el suelo es un problema que se debe de tomar en cuenta para una buena y eficaz aplicación de los herbicidas.

INTERACCIÓN DE LOS HERBICIDAS CON EL MEDIO AMBIENTE.

La interacción de los herbicidas con el medio ambiente comienza en el momento de la aplicación y termina con su disipación final. La interacción se produce en la atmósfera, sobre y debajo del suelo, y dentro de la planta. La mayoría de las interacciones con el medio ambiente alteran la actividad y la selectividad; y las relaciones entre sí de estos factores son complejas respecto a la expresión de la respuesta de la planta a los herbicidas.

El conocimiento de los factores ambientales que regulan la actuación del herbicida o limitan el uso del mismo es esencial para el control químico de plantas nocivas.

- Una parte será absorbida por las plantas pudiendo volver al suelo al morir la planta o bien ser metabolizado a forma inerte.
- Algunos productos se volatilizan con facilidad o bien se descomponen por el calor o por la luz intensa.
- Si el suelo es un suelo muy arcilloso o con mucha materia orgánica, puede fijarse por absorción a los coloides.

En el mercado nacional existe una variedad de herbicidas cada día más competentes, que cubren las necesidades de la gran mayoría de los cultivos como son los siguientes:

CONTROL DE MALEZAS PRE-EMERGENCIA

El control de malezas inmediatamente después de la siembra y antes de la emergencia puede ser una herramienta útil en ciertos cultivos, especialmente de hoja ancha.

En siembras de trigo de invierno se pueden lograr buenos resultados en malezas de difícil control, en estado de semilla, si se aplica Diuron. La dosis de este herbicida debe ser la estrictamente necesaria, por lo que se debe considerar la humedad del suelo, nivel de materia orgánica y estado fenológico de la sementera

CONTROL DE MALEZAS POST-EMERGENCIA.

Después que la siembra ha emergido, se inicia también la germinación de las semillas de malezas, las cuales deben ser controladas en el momento adecuado y con los herbicidas apropiados.

METODOS DE CONTROL DE MALEZAS.

En cero labranza existen métodos para combatir a las malezas, como son los

siguientes:

CONTROL MECÁNICO.

Este método incluye la arada para el control de las malezas, hasta métodos de menor intensidad como son las carpidas. Otra forma es con segadoras para impedir el crecimiento de las malezas y evitar que semillen.

CONTROL BIOLÓGICO.

En las técnicas de control biológico se usan como organismos de control enfermedades e insectos. Un descubrimiento reciente fue la aislación de un nuevo herbicida biológico llamado rhizobitoxina, formado en pequeñas cantidades por ciertos organismos del suelo fijadores de nitrógeno.

ROTACIÓN DE CULTIVOS.

El control de las malezas por medio de rotación de cultivos adquiere un nuevo significado con la aparición del laboreo reducido y del no laboreo. Un ejemplo de

rotación es el de cultivos en hilera de verano, seguido por cultivos de cereales finos de siembra en otoño, al cual sigue un cultivo de segunda como la soja u otro cereal.

Algunas especies de malezas en algunos cultivos son difíciles de controlar con herbicidas porque las características biológicas son similares a las de las plantas cultivadas. Algunas especies son difíciles de controlar debido a la variación de la localidad (Southern Weed. Sci. Soc., 1979).

Una rotación de cultivos puede ser el más efectivo y económico método de control.

CONTROL QUÍMICO.

Se refiere al uso de herbicidas químicos para controlar las malezas permitiendo reducir las labores agrícolas. Este método ha creado ventajas económicamente significativas, debido a que cada año se crean nuevos herbicidas y métodos más eficaces para usar los actuales en la producción de cultivos.

RASTROJOS SOBRE EL SUELO.

Otro concepto que nos ayuda a disminuir considerablemente la emergencia de malezas, es el efecto de la cobertura de rastrojos sobre el suelo. Por lo tanto es

necesario insistir en la cantidad y calidad de cobertura que estemos manejando para obtener resultados deseables. Ver imagen 3.

CUADRO 3. MEDIDAS QUE RECOMIENDA BAYER PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN CERO LABRANZA EN CULTIVO DE SOYA.

MEDIDA BÁSICA.

Después de la siembra de la soya, aplicar SENCOR (METRIBUZIN) 480 SC 1 litro por hectárea en pre- emergencia.

MEDIDAS COMPLEMENTARIAS, SEGÚN LA INCIDENCIA DE MALEZAS.

Con baja presencia de malezas (menos del 30 %de cobertura de suelo).

Hacer la aplicación de SENCOR 480 SC 1 litro/ hectárea en mezcla de tanque con Glyphosate, en caso de predominio de gramíneas o en mezcla con 2,4- D si predominan malezas de hoja ancha.

Con alta presencia de malezas (con cobertura del suelo mayor al 30 %).

1. Glyphosate en presencia de la soya.
2. Sencor 480 SC 1 litro/ Hectárea después de la siembra, en pre-emergencia de la soya.

Fuente: BAYER, correo fitosanitario. 1996.

XI. EFECTO DE LAS PASTURAS EN LA SUPERFICIE DEL SUELO.

El Dr. Fernando Borie ha determinado que la mayor cantidad de materia orgánica observada en suelos bajo cero labranza ha producido un aumento de la actividad biológica. Lo que se refleja en una mayor fertilidad especialmente en la alta cantidad de fósforo disponible, debido al aumento de la actividad fosfatásica.

Se estima que 30 gr. de la mayoría de los suelos agrícolas contienen mas de 500 millones de bacterias, hongos, animales unicelulares y algas. Estos microorganismos del suelo descomponen los residuos de los cultivos, producen el humus que retiene el agua, fijan nitrógeno para que las plantas lo puedan usar, producen gomas y mucilagos que mejoran la estructura y evitan la erosión y realizan un buen trabajo en la degradación de la mayoría de los pesticidas. Se piensa que en la capa superior del suelo en los campos no trabajados existe mayor actividad de estos microorganismos; por lo tanto los pesticidas pueden ser degradados y/o neutralizados más rápidamente en las condiciones de no laboreo. Imagen No. 3.

La presencia de rastrojos o pasturas sobre el suelo tiene especial importancia en la generación de coloides orgánicos, los cuáles pueden mejorar la estructura y estabilidad de los suelos. La descomposición de la celulosa proviene de los rastrojos

bajo condiciones ambientales naturales, ocasionado por algunas bacterias, de los géneros *Cytophaga* y *Pseudomonas*, da como resultado una abundante producción de coloides orgánicos. A estos se les atribuye la mayor resistencia del suelo al impacto de la gota de lluvia (Molina, 1949).

Además de los notables beneficios que se logran cuando los rastrojos son mantenidos sobre la superficie y el suelo no se remueve, se genera un verdadero microclima, aislándolo de bajas y altas temperaturas, lo que se traduce en una menor evaporación ó pérdida de agua y en general en mejores condiciones fisiológicas para el desarrollo de las plantas.

Con la presencia del mantillo o residuos de cosechas sobre la superficie del suelo, los rayos solares no pegan directamente sobre el suelo, sino sobre los residuos, dando como resultado una reflexión del calor o albedo, que permite disminuir hasta en 7 grados centígrados en relación con el sistema convencional, la temperatura de la cama de la semilla y la tierra, maximizando la infiltración y redistribución del agua en el perfil del suelo, minimizando la escorrentia y la evaporación.

El manejo de los rastrojos o pasturas en cero labranza se ha convertido en un verdadero arte, lo que tiene estricta relación con el éxito en la conservación del suelo y una producción agrícola rentable.

Doyle Cook Meteorólogo Consultor Agrícola estudió las temperaturas en el suelo y sus efectos, en Lexington, Kentucky. Cook resume el efecto de las técnicas del no- laboreo sobre las temperaturas del suelo en lo siguiente:

Para asegurar un alto porcentaje de germinación de las semillas de maíz, la

temperatura del suelo durante los primeros días posteriores a la siembra deberá estar el mayor tiempo posible por encima de los 10 grados centígrados a 5 centímetros de profundidad, la temperatura se eleva durante el día por la acción directa del sol y durante la noche baja, puesto que no recibe radiación solar y el calor almacenado a lo largo del día se pierde durante la noche.

La existencia de una capa densa de pasto seco en la superficie del suelo permite mantener cierta cantidad de aire que el pasto no deja escapar. Este aire es un aislante excelente. El pasto no permitirá que el suelo absorba todos los rayos solares, produciéndose en consecuencia una menor temperatura durante el día. También se evita la pérdida de calor en la noche, produciéndose temperaturas nocturnas mayores.

La presencia de rastrojos en el suelo puede modificar sustancialmente la temperatura debido a:

El color de los rastrojos puede influir en la absorción de la energía solar.

El efecto aislante que genera un rastrojo sobre el suelo, obteniéndose menores temperaturas en el verano y similares durante el invierno respecto a un suelo descubierto (Marelli et al., 1981), debido a que los rastrojos aíslan mejor el suelo debido a las diferentes capas de aire que permanecen entre los residuos acumulados (Thomas, 1986).

Existe una menor evaporación y pérdida de agua y en general mejores condiciones fisiológicas para el desarrollo de los cultivos.

Con el sistema convencional es común encontrar siembras de temporal con algún síntoma de deshidratación en alguna etapa del ciclo; lo anterior debido a la

evaporación y al escurrimiento. Con la labranza cero de conservación, los agricultores pueden conservar significativamente mejor la humedad del suelo por tres principales razones:

- La evaporación se reduce considerablemente porque el suelo no es removido y expuesto a la radiación solar. Los residuos sombrean el suelo, bajando la temperatura del mismo y disminuyendo la evaporación.
- Los suelos no removidos adquieren mayor velocidad de infiltración contenido de humedad, por el incremento de materia orgánica.
- La paja o residuos de cosechas en campos sin arar, permiten captar mayor cantidad de agua durante una lluvia, quedando mojado por más tiempo.

El encostramiento de los suelos en el sistema convencional, se presenta cuando el suelo arable queda demasiado suelto debido a la acción de los implementos de labranza y si se presenta una lluvia fuerte cuyas gotas pegan sobre el suelo descubierto se forma una costra que facilita el escurrimiento y que es endurecida posteriormente por la radiación solar.

Con la cero labranza de conservación los residuos permanecen sobre el suelo impidiendo que las gotas de lluvia peguen sobre el suelo descubierto.

XII. LA FERTILIZACIÓN EN CERO LABRANZA.

Las practicas culturales tradicionalmente utilizadas para hacer producir la

tierra, durante las últimas décadas, tiene una tendencia dirigida a la degradación, empobrecimiento y esterilidad de los terrenos de cultivo, ocasionado esto por el sobre laboreo, la explotación intensiva del recurso suelo, la aplicación cada vez sin medida y cada vez mayor de fertilizantes mineralizados y pesticidas para el control de plagas de origen químico.

La pérdida gradual de la materia orgánica que puede sufrir el suelo significa una pérdida gradual de la fertilidad, lo que irá en perjuicio de la pérdida de la productividad del suelo.

En cero labranza todos los fertilizantes por lo regular son aplicados al boleo, excepto cuando se trata de cultivos establecidos en hileras, los fertilizantes son aplicados en banda cercanos a la semilla.

Comparando varios métodos de aplicación, Triplett y Van Doren (1969) y Moshler et al., (1972) observaron que la superficie de aplicación de fósforo y potasio no limitaba el crecimiento regular de maíz en sitios completamente bajos en nutrientes disponibles (Triplett et al., (1972).

El suelo además de proporcionar el sustrato o sustento físico a las plantas, constituye también el almacén del agua y de las sustancias nutritivas, de manera que la importancia del suelo es enorme desde el punto de vista del uso y la fertilización.

En producción vegetal la fertilización es uno de los factores más relevantes, entendida esta como la adición de materias al sistema suelo-planta-agua, que sea capaces de influir positivamente en el desarrollo, rendimiento y calidad de los

productos de cosecha.

Es importante que los agricultores conozcan los niveles de fertilidad de sus suelos por medio de análisis hechos en laboratorios especializados, y considerar las necesidades del cultivo que se va a fertilizar.

La gran mayoría de los cultivos requieren de fertilizantes, siendo los principales en Nitrógeno, Fósforo y Potasio. En cero labranza pueden cambiar las necesidades del cultivo, no porque este requiera de menos o más fertilizante, sino porque varía lo concerniente a la disponibilidad de nutriente del suelo.

EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES EN CERO LABRANZA.

El suministro de los nutrientes a las raíces de los cultivos puede efectuarse con igual eficacia, con mayor facilidad, con un uso más eficaz del tiempo del agricultor y con los mismos beneficios que en cualquier otro sistema de laboreo.

Los problemas de la ubicación del fertilizante cuando se usa cero labranza no son mayores que los que se presentan en cualquier otro sistema de laboreo.

Esto se ha comprobado con fertilizantes fosfatados, así como para los demás nutrientes. La localización de los fertilizantes en los cultivos sin laboreo parece haber revolucionado algunas teorías muy firmes y apreciadas por muchos especialistas en suelos y cultivos.

Debido a que hay poca remoción del suelo en cero labranza, es necesario

aplicar los fertilizantes en la superficie del suelo, en lugar de mezclarlos con el suelo.

Las aplicaciones al voleo en cobertura suplementadas con una aplicación en bandas de fertilizante de arranque, serán necesarias en la mayoría de las condiciones bajo cero labranza debido que el suelo se deja prácticamente sin alterar.

Los experimentos han mostrado que existe poca o ninguna diferencia en el aprovechamiento del potasio, si el fertilizante se aplica en la superficie del suelo o se mezcla con el. En el caso del fósforo, la aplicación superficial tiene una ligera ventaja sobre la colocación en banda o sobre la mezcla del fertilizante con el suelo debido a:

En primer lugar con la labranza cero el suelo que esta inmediatamente debajo del rastrojo permanece más húmedo que cualquier otra porción del suelo durante la mayor parte de la estación de crecimiento. El incremento del agua en el suelo favorece la tasa de difusión del fósforo a las raíces.

En segundo lugar la aplicación del fertilizante fosfórico a la superficie del suelo, logra los mismos resultados que la aplicación en banda del fósforo al suelo.

Cuando el fertilizante nitrogenado se aplicó superficialmente en suelos bien drenados de Kentucky y Maryland, la cantidad de maíz obtenido por kilogramo de nitrógeno fue mucho mayor para el sistema de labranza tradicional. Sin embargo cuando no se aplicó nitrógeno, los rendimientos de maíz en labranza cero fueron más bajos que en labranza tradicional. Algunos experimentos indicaron que con grandes aplicaciones de nitrógeno, la eficiencia en el uso del nitrógeno y los rendimientos favorecen la cero labranza.

Experimentos recientes han mostrado que cuando el fertilizante se aplica hasta

30 días después de la siembra, los rendimientos de los cultivos bajo cero labranza y labranza tradicional son iguales.

Las aplicaciones de cal a un suelo cultivado con cero labranza son efectivas porque la superficie del suelo es la zona que más fácilmente se puede hacer más ácida bajo este sistema. Esto se debe a que la nitrificación deja una acidez residual en el punto donde se coloca el fertilizante ya que el suelo no se remueve ni se mezcla. Por lo tanto, la aplicación de cal a la superficie del suelo contrarresta directamente la acidez del suelo.

LA MATERIA ORGANICA Y EL NITRÓGENO.

La mayor proporción del nitrógeno utilizable por las plantas es en forma nítrica. Las bacterias del suelo transforman las otras formas del nitrógeno en nitratos haciéndolo disponible para las plantas.

El nitrógeno es el único elemento químico que no se encuentra por la vía natural en la fracción natural, es decir, los componentes minerales naturales del suelo no aportan nitrógeno. El nitrógeno del suelo proviene básicamente del que se encuentra en la atmósfera y en la materia orgánica en etapa de degradación y transformación en materias únicas más complejas.

Normalmente el nitrógeno del suelo que aprovechan los vegetales proviene de la actividad microbiana, ya sea simbiótica o de vida libre, que al actuar sobre

compuestos nitrogenados orgánicos, rápidamente se transforma, por amonificación seguida de nitrificación, en nitrógeno al estado nítrico, que es el que asegura la nutrición de las plantas y los buenos rendimientos (Demolon, 1967).

Hay dos aspectos esenciales que deben tenerse en cuenta en relación con la liberación del nitrógeno de la materia orgánica. Uno es el elevado porcentaje de este elemento químico en los sustratos orgánicos de un suelo no arado. El otro aspecto es que el contenido de materia orgánica disminuye progresivamente en un suelo que se remueve anualmente.

Los residuos de cosechas recientes se descomponen más rápidamente por la misma materia orgánica del suelo. Broadbent, citado por Thompson (1965), informa que la adición de rastrojos acelera la descomposición orgánica del suelo.

La materia orgánica es la base que soporta a la microbiología del suelo. Tan sólo un gramo de suelo orgánico puede contener millones de bacterias y hongos benéficos, como también muchos otros organismos que transforma la materia orgánica en humus y posteriormente en minerales útiles para la nutrición de las plantas.

El nitrógeno en forma de nitrato se mueve en el suelo con mucha mayor facilidad que el fósforo y el potasio.

Cuando se estudia el nitrógeno en condiciones de cero labranza, el cambio más grande que se puede observar es su movimiento en el perfil del suelo. Investigaciones recientes indican que el nitrógeno se hallaría a mayor profundidad en el perfil del suelo bajo condiciones de cero labranza.

Se midieron los nitratos en varios suelos de Kentucky bajo condiciones de laboreo convencional y de cero labranza y se encontró que el contenido de este elemento en la zona comprendida entre cero y treinta centímetros de profundidad era menor bajo condiciones de cero labranza en campos con maíz y soja.

Como el no laboreo reduce la evaporación, el agua del suelo se mueve menos hacia la superficie. Por lo tanto en las condiciones de no laboreo los nitratos no son transportados hacia la superficie del suelo en la misma proporción que bajo laboreo convencional donde no existe una cobertura superficial de residuos vegetales.

LA MATERIA ORGÁNICA Y EL FOSFORO

El fósforo es un elemento químico de vital importancia en la nutrición vegetal, desempeñando un papel fundamental en un gran número de reacciones enzimáticas. Este es un constituyente en el núcleo celular y esencial para la división celular y para el desarrollo de los tejidos meristemáticos (Russel y Russel, 1967).

El fósforo es un elemento que tiene muy poca movilidad y generalmente el movimiento es hacia abajo a través del perfil del suelo. El fósforo se adhiere a las partículas arcillosas del suelo. Esta adhesión se produce por atracción eléctrica y puede causar la fijación del fósforo convirtiéndolo en no disponible para las plantas. Una práctica para reducir el contacto del fósforo con las partículas de arcilla, es aplicar el fertilizante en bandas.

Las investigaciones recientes disiparon las dudas acerca de la distribución del

fósforo y establecieron como practica la aplicación de los fertilizantes fosfatados sobre la superficie del suelo en los sistemas sin laboreo. Los datos muestran un menor rendimiento para la aplicación superficial del fósforo no incorporado, no demuestran una diferencia suficientemente importante en el rendimiento como para que valga la pena arar y realizar otros trabajos.

Estudios en Virginia indican un mayor nivel de fósforo disponible bajo condiciones sin laboreo. Se aplicaron dosis iguales de fósforo sobre las zonas de laboreo convencional y cero labranza durante un periodo de seis años. Pasado el tiempo, se muestreo y se analizó el suelo a diferentes profundidades.

Hojas de los cultivos fueron analizadas desde 1964 a 1967 y las de las parcelas sin laboreo, que recibieron fósforo al boleó sin incorporar, mostraron un contenido de fósforo significativamente mayor que las plantas de las parcelas con laboreo, no existió diferencia significativa en los rendimientos de grano entre ambos métodos.

Se han dado numerosas explicaciones para el excelente uso del fósforo aplicado en la superficie en cultivos sin laboreo como son las siguientes:

- La aplicación superficial en el no laboreo reduce el contacto del suelo con el fósforo aplicado, lo que disminuye la fijación del fósforo por el suelo.
- En los cultivos sin laboreo, aparentemente las raíces penetran en zonas con mayores concentraciones de fósforo.
- Las condiciones de acidez que las bacterias crean en la superficie a medida que descomponen los residuos de los cultivos, pueden producir condiciones

apropiadas para la disponibilidad del fósforo en el no laboreo.

- La cobertura del suelo que dan los residuos de los cultivos reduce la evaporación y mantiene un alto nivel de humedad en la zona de actividad radicular, facilitando la extracción del fósforo por las raíces de las plantas.

El fósforo que existe en el suelo es absorbido por las plantas en su mayor parte en forma de ion monovalente ortofosfato, conocido generalmente como fosfato y se encuentra en gran cantidad en la materia orgánica.

Se ha encontrado que los contenidos de fósforo orgánico son superiores a los contenidos de fósforo inorgánico (Espinoza, 1975).

La fertilización química no es el único camino para ayudar a las plantas a conseguir el fósforo que requiere. Existen formas biológicas estimulas por la presencia

de los rastrojos sobre el suelo, que generan un medio biotico tal que puede ayudar a movilizar el fósforo y mejorar así la nutrición de las plantas. Entre los microorganismos útiles en la movilización del fosfato se pueden mencionar a las micorrizas, aerobacter pseudomonas y especialmente la fosfatasa, la cual es la base químico biológica para llegar a fosfatos asimilables por las plantas partiendo de los orgánicos poco solubles.

Las micorrizas no tienen habilidad especial para extraer directamente fosfatos u otros nutrientes del suelo, su acción beneficiosa está basada en la producción de la enzima fosfatasa que actúa sobre los compuestos orgánicos, permitiendo liberar

fundamentalmente fósforo disponible para las plantas.

Micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) se han observado, después, de algunos años un notable aumento en la cantidad esporas en suelo bajo cero labranza.

El Dr. Fernando Borie, profesor de la Universidad de Temúco, Ha detectado en recientes análisis de suelos cero labranza de Chequén que los niveles de fosfatasa eran muy altos.

LA MATERIA ORGANICA Y EL POTASIO

La concentración y distribución de los nutrientes en el perfil del suelo bajo sistema de labranza de conservación está determinada por la aplicación superficial al suelo de los nutrientes relativamente inmoviles cerca de la superficie del suelo (Hargrove et al, 1982; Ike, 1986).

En lo que respecta a la aplicación del potasio se ha señalado que la aplicación superficial al voleo en sistemas de labranza de conservación es más eficiente que la localización en bandas o la incorporación bajo labranza convencional (Phillips et al, 1966; Rangland, 1972).

COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS MENORES EN EL SUELO.

Los elementos secundarios, son más difíciles de dosificar apropiadamente que

el nitrógeno, fósforo y potasio.

Generalmente las deficiencias de nutrientes menores no se encuentran en un rango tan amplio de suelos como los nutrientes mayores. Las respuestas de los rendimientos a las deficiencias de los elementos menores pueden ser pequeñas, lo cual dificulta la individualización del problema. La cosecha de cultivos de alto rendimiento a lo largo de muchos años agota rápidamente las reservas de los nutrientes menores en el suelo.

Los métodos comunes de aplicación de nutrientes menores serán igualmente eficaces para el no laboreo. El calcio y el magnesio pueden aplicarse siguiendo un programa correcto de encalado. El manganeso, hierro y cinc pueden aplicarse por fertilización foliar.

La aplicación en bandas de cobre, magnesio o manganeso puede ser distribuida por las sembradoras sin esfuerzo adicional o cambio en el equipo. Los elementos como boro u otros elementos traza puede incluirse en mezclas de fertilizantes que se distribuyen al boleo, como parte del programa de fertilización o aplicación foliar.

IMAGEN No. 3. Con la cero labranza de conservación se aumenta considerablemente la cantidad de microorganismos y lombrices, esto trae como consecuencia un aumento en la fertilidad del suelo, además se mejora la estructura del suelo, como se muestra en la imagen.

Cuadro 4. Comportamiento del nitrógeno, fósforo y potasio en relación al contenido de materia orgánica bajo tres sistemas de manejo en Chequén

Sistema de manejo	Prof. (cm)	% MO	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
Tradicional	0-5	1.42	16	7	185
Trigo- avena	5-10	1.24	14	9	185
5 años	10-20	1.00	13	5	168
	0-5	4.56	20	32	237
Pradera	5-10	1.92	18	19	244
15 años	10-20	1.14	21	15	255
Cero labranza	0-5	5.32	64	51	325
Trigo- maíz	5-10	2.84	58	46	280

7 años	10-20	2.24	27	5	232
---------------	--------------	-------------	-----------	----------	------------

Fuente: Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza

XIII. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

El control de plagas y enfermedades en cero labranza es una práctica muy usual y necesaria, por lo que las técnicas de control son similares a las utilizadas en labranza convencional.

La aparición de una plaga o enfermedad en una planta se debe, en la mayoría de los casos, a un desequilibrio nutricional o ambiental.

Como consecuencia, los cambios de equilibrio que el hombre tuvo que realizar, y continua efectuando para asegurarse sus alimentos básicos, hicieron necesaria la aparición de en control fitosanitario.

Numerosos autores han demostrado la influencia de una fertilización equilibrada sobre la implantación y desarrollo de plagas y enfermedades en cultivos y suelos.

CONTROL DE ENFERMEDADES.

Algunos investigadores se han mantenido preocupados debido a que la labranza cero, al conservar los residuos sobre la superficie del suelo, puede propiciar el establecimiento de un hábitat adecuado para el desarrollo de los organismos dañinos. Sin embargo existen ciertos aspectos benéficos relacionados con la practica de la labranza cero que no deberían pasarse por alto. La conservación de la humedad y la reducción de la compactación del suelo, son factores que contribuyen la producción de plantas sanas que resisten mas las enfermedades y el ataque de insectos.

El maíz y el sorgo son menos afectados por la pudrición del tallo bajo un sistema de cero labranza, debido a que las plantas son más vigorosas y consecuentemente más resistentes a esta enfermedad.

La labranza convencional es una práctica que daña las raíces de los cultivos por los implementos utilizados en este sistema, lo que propicia el establecimiento de las enfermedades causadas por hongos. Con el sistema de cero labranza se eliminan todos estos daños a la raíces.

Algunos de los factores que generan resistencia en el uso de la cero labranza son las enfermedades y las plagas. El hecho de no quemar los rastrojos y dejarlos sobre la superficie induce a pensar que el cultivo establecido se puede ver afectado por la presencia de patógenos provenientes del rastrojo anterior, sin embargo estos problemas se pueden evitar con un adecuado manejo de los residuos y con una

eficiente rotación de cultivos.

La cero labranza surge como el mejor restaurador de los procesos biológicos, ya que estos se sustentan en la base de la vida misma.

La rotación de cultivos ha demostrado sus bondades en el control de las enfermedades.

Enfermedades foliares como la septoria se han logrado controlar en su etapa incipiente solo con la fertilización nitrogenada. La incorporación de *Lupinus angustifolios* dulce a la rotación ya mencionada genera un medio natural más rico en nitrógeno.

La rotación de cultivos es una alternativa en el control de enfermedades, puesto que cuando las plantas huéspedes y no huéspedes se alternan en tal forma que se reduce la población del patógeno en un lugar, este método puede considerarse como una erradicación. El objeto de la rotación de cultivos como medida de control de enfermedades es reducir la incidencia de ciertos patógenos en el suelo por medio del cultivo de las plantas resistentes o inmunes a su ataque. La rotación de cultivos puede ser muy eficaz contra los organismos invasores transitorios del suelo, puesto que no permanecen tanto tiempo en el suelo, pero puede ser mucho menos eficaz contra los organismos que habitan en el suelo y que pueden sobrevivir varios años sin tener acceso a un huésped.

Ophiobolus graminis y *Cercospora herpotrichoides* son enfermedades del suelo que causan serios daños especialmente en trigo, cuando los cereales son cultivados continuamente en el mismo campo.

Se ha observado que en cero labranza el ataque de estos patógenos es mayor que en suelos arados (Hood, 1965 ; Schwerdtle, 1971). Brooks y Dawson (1968) encontró una reducida proporción de *Ophiobolus graminis* en suelos sin labrar, especialmente cuando las temperaturas del suelo empiezan a subir.

La adición de materia orgánica al suelo estimula la actividad biológica y la competencia entre las distintas poblaciones de microorganismos (Baker y Cook, 1974; Mian y Rodríguez –Kábana, 1982; Rodríguez-Kabana, 1986, Rodríguez-Kabana et al., 1987). Este fenómeno se ha utilizado para aumentar la **capacidad supresora** de los suelos. En Australia (Baker, 1978; Baker y Cook , 1974 Cook y Baker, 1983) y en México se ha logrado controlar *Phytophthora cinnamomi*, en aguacate, por medio de la adición de materia orgánica al suelo en tales cantidades y de tal manera que el suelo puede resultar supresor. La materia orgánica puede ser de una composición química tal que estimule las actividades de grupos microbianos especializados. Esto se ha logrado efectuar con la adición de materiales de alto contenido de quitina. La quitina se descompone en el suelo debido a las actividades de microorganismos especializados que producen quitinazas y otras enzimas que catalizan la hidrólisis de carbohidratos aminados (Godoy et al., 1983; Rodríguez-Kabana et al., 1984, 1987).

La adición de quitina al suelo, puede convertir un suelo productor para patógenos en supresor, al estimular el desarrollo de una microbiota quinolitica y antagonica. Esta practica ha tenido éxito en el control de *Sclerotium rolsfsii* (Rodriguez- Kabana et al., 1987), patógeno causante de la podredumbre blanca del

tomate y del cacahuate, y en el control de *Fusarium oxysporum* (Chet, 1987).

En el sur de México se utilizan las leguminosas llamadas nescafe (*Stizolubium* spp.) y el frijol macho (*Canavalia ensiformis*), como cultivos de cobertura y en combinación con el maíz, para aumentar la fertilidad de los suelos y reducir la incidencia de las enfermedades en las plantas (Granados, 1989).

La supresividad del suelo o resistencia de los suelos frente a los fitopatógenos es universal. La supresividad de los suelos puede estar basada en la presencia y actividades de las bacterias, hongos o en una estimulación general de las actividades microbianas del suelo.

Baker y Cook (1974) consideraron que los suelos supresivos son aquéllos en los que el patógeno: a) no puede establecerse o persistir, b) se establece pero causa poco o ningún daño a las plantas normalmente susceptibles, o c) puede generar enfermedad y causar daños por un cierto tiempo después del cual disminuye la importancia de la enfermedad hasta desaparecer.

Existen prácticas que reducen el ataque de enfermedades como son las siguientes:

- uso de variedades o híbridos resistentes.
- Rotación de cultivos.

CONTROL DE PLAGAS.

Por mucho tiempo se ha pensado que los implementos de labranza primaria, al mover la tierra destruyen a los insectos del suelo, sin embargo se ha comprobado que es mínimo en daño que los implementos ocasionan a los insectos o su hábitat y que las aves y otras especies solo consumen una mínima parte de estas poblaciones y que de ninguna manera se considera como control; lo que por el momento tanto en el sistema convencional como en la labranza de conservación, los insectos del suelo deben combatirse por medios químicos .

Las medidas que se toman para controlar los insectos son prácticamente las mismas en todos los métodos de laboreo y la única diferencia que existe con el no laboreo es la necesidad de realizar observaciones más cuidadosas en la incidencia de plagas.

Cuando se usan insecticidas que se deben incorporar, el control de insectos del suelo es mas complicado en cultivos sin laboreo.

La incorporación de los insecticidas constituye un grave problema para el no laboreo, siempre que no se realice en el momento de la siembra con una sembradora adecuadamente equipada y ajustada.

Autores como Schaerffenberg (1968) han mostrado el importante papel que juegan los abonos verdes en el control de nemátodos.

La conservación de la humedad y la reducción en la compactación del suelo, son factores que contribuyen a la producción de plantas sanas que resisten mas en ataque de insectos.

La presencia de residuos vegetales en la superficie del suelo puede ser

ventajosa para el control de insectos dañinos. En áreas con un gran número de predadores, tales como las zonas tropicales los insectos dañinos están sujetos al control biológico. En áreas donde este control no es efectivo y los residuos vegetales forman un habitat adecuado para el establecimiento de las poblaciones de insectos dañinos, estos pueden controlarse en forma adecuada con insecticidas del suelo.

En 1972, en la Universidad de Kentucky, los Doctores Wesley Gregory y Harley Raney finalizaron un estudio sobre los insectos del maíz y su repercusión en la reducción de la población y los rendimientos, utilizando pasturas viejas de festuca y poa. Los insectos encontrados y ordenados son los siguientes:

Festuca (ciempies, gorgojos, colaspis flavida, gusanos de alambre, isocas).

Poa (afidos de la raíz, gorgojos, gusano de alambre, isocas, ciempies).

La reducción de la población en la festuca osciló entre un máximo de 46,330 plantas/ha con el mejor tratamiento de insecticidas del suelo hasta 18,270 plantas/ha en las parcelas sin tratar. Las parcelas con poa oscilaron entre 33,380 – 46,930 plantas /ha comparando las parcelas tratadas con las no tratadas.

Se ha observado el ataque de Babosas, molusco que daña tallos y hojas causando serios perjuicios en la etapa primaria de desarrollo de las plantas. Su control es parcialmente efectivo aplicando sobre el suelo un molusquicida cebo como Methiocarb o Metaldehído en dosis recomendadas por el fabricante. El producto comercial Mesurol de Bayer controla las babosas en solo dos aplicaciones.

Gran parte de las plagas que afectan a los cultivos se ocultan en los rastros, con lo cual se protegen de sus predadores naturales pleno y de ser vistas con

facilidad. La única forma de poder identificar estas plagas es en la noche, especialmente durante la madrugada, apareciendo en esas circunstancias la mayoría en pleno ataque, lo cual facilita su identificación, cuantificación y daño que provoca.

La mosca del frijol (*Hilemia platura*) puede ser un problema en el establecimiento de leguminosas en cero labranza. La larva de este insecto, similar a la mosca común, deposita sus huevos sobre los residuos de cosechas. De estos huevos eclosionan larvas blanco- amarillentas, las cuales pueden penetrar en la semilla en germinación.

En el control de esta larva se han logrado buenos resultados mezclando en un tambor giratorio la semilla con insecticidas como clorpirifos o carbofuran en dosis recomendadas por fabricantes.

XIV. IMPLEMENTOS UTILIZADOS EN CERO LABRANZA.

Para lograr éxito en el manejo de la cero labranza es importante contar con las maquinarias adecuadas.

Una apropiada mecanización disponible en el campo puede significar que su utilización sea más oportuna y por consiguiente más eficiente en el mediano y largo plazo.

Una de las condiciones fundamentales que hay que tomar en cuenta en el

manejo de la cero labranza, es la inclusión del rastrojo, lo cual evitará su extracción o quema. Este hecho resultará clave en el éxito agronómico a mediano plazo: por tal motivo se hace indispensable contar con sembradoras cero labranza.

En los comienzos del no- laboreo o cero labranza se usaron implementos de siembra de fabricación casera. Pero hoy en día, diversas compañías comerciales de maquinaria agrícola fabrican prácticos equipos de siembra sin laboreo.

Los agricultores brasileños que practican la cero labranza, usan un rodillo aplastador tirado por tractor, compuesto por tres rodillos ubicados en forma de triángulo. Estas poseen cuchillas afiladas sobresalientes dispuestas en forma paralela, distanciadas a 15 centímetros, las cuales aplastan y aprietan la maleza.

COSECHADORAS.

La cero labranza se debe efectuar sobre los rastrojos de los cultivos. Para tal efecto las cosechadoras de granos deben estar equipadas con picador y redistribuidor de paja. Si la paja se va a empacar no es necesario que la máquina trilladora cuente con redistribuidor. Imagen No 4.

PICADORAS DE RASTROJOS.

Al no disponer la cosechadora del sistema picador y redistribuidor de pajas es importante hacer esta operación con otras máquinas que logren un objetivo similar.

Picadora (chopper). Esta es una eficiente cortadora que a la vez deposita lo que corta en un carro o remolque, es accionado por el tractor y su toma de fuerza.

Picadora horizontal (rana). Estas máquinas poseen dos o más cuchillas horizontales, que giran accionadas por la toma de fuerza. Son eficientes cortadoras, picadoras y dispersoras de rastrojos livianos como trigo, cebada, avena, centeno, etc.

SEGADORAS DE RASTROJOS.

Estas máquinas se basan en una barra porta cuchillas de movimiento alternativo que son accionadas por la toma de fuerza del tractor.

También hay cortadoras las cuales se basan en tres mas discos giratorios dispuestos linealmente, los cuales poseen cuchillas en sus extremos que les permite cortar sin atascarse.

APLICADORES DE HERBICIDAS.

La aplicación del herbicida en cero labranza es similar a la aplicación de labranza convencional, por lo que se hace con misma la maquinaria.

Pulverizadoras a presión. Esta es una de las máquinas más importantes en el manejo de la cero labranza y es eficiente a la medida que se haga buen uso de ella. El control de malezas es fundamental para lograr éxito en las cosechas, especialmente en las

aplicaciones de presiembra. Un buen control de las malezas se obtiene con una uniforme y total cobertura de la superficie a tratar con herbicida.

Recientemente han llegado al país equipos pulverizadores, que permiten trabajar a mayor velocidad y con vientos superiores a los normales. Su funcionamiento se basa en una corriente de aire descendente que genera un ventilador, canalizado por medio de mangas, cubriendo toda la extensión de la barra. Una de las ventajas adicionales de este equipo es que permite un mejor contacto de la mezcla del tanque con hojas y tallos de las malezas.

Equipos de gota controlada. Estos equipos, basan su funcionamiento en gotas de pequeño tamaño que fluctúan entre 70 micrones, con lo cual pueden usar bajos volúmenes de agua: de 20 a 80 litros por hectárea. Estos equipos, accionados por pequeños motores eléctricos, hacen girar trompos con sus paredes interiores de entradas, quebrando el agua en pequeñas microgotas.

Estos equipos, al disminuir la dosis de agua por hectárea, producen una alta concentración del herbicida, el cual en muchos casos puede ser tóxico para el operador al respirar aire mas contaminado.

APLICADORAS DE FERTILIZANTE.

Estas eficientes máquinas, permiten una rápida y homogénea distribución de los fertilizantes granulados, que deben aplicarse en cobertera en dosis diferidas después de la siembra. Es importante evitar el uso de estas máquinas cuando el suelo

esta saturado de humedad, por la excesiva compactación que puede originar el tractor, lo que puede dañar al suelo.

En la actualidad la aplicación del fertilizante se hace al momento de la siembra, ya que las sembradoras modernas cuentan con botes especiales que le permiten hacer esta operación sin tener que utilizar otro tipo de implemento que haga esta operación por separado. Ver imagen No. 5.

SEMBRADORAS CERO LABRANZA.

Como se ha mencionado anteriormente la utilización de sembradoras para cero labranza ha tenido cambios muy importantes, como la utilización de sembradoras convencionales, hasta la utilización de sembradoras de precisión que cuentan con un sistema que genera vacío para succionar la semilla y luego depositarla en el suelo, algunas de estas sembradoras cuentan con botes para fertilización y para la aplicación de herbicidas granulados en un solo paso de maquinaria.

Esta es la máquina que hace posible la siembra sin labranza previa del suelo. Su funcionamiento se basa normalmente en un corte que realiza un disco frontal seguido de dos discos que simultáneamente siembra y fertilizan. Estos se introducen linealmente en el surco que ha hecho el disco frontal, el cual corta rastrojos y raíces formando así una angosta cama de raíces que facilita el desarrollo radicular y vegetativo de las plantas. Este disco puede ser liso, dentado, rizado y ondulado. El

disco rizado de acuerdo al diseño de los fabricantes, se usa básicamente para grano fino (trigo). El disco ondulado remueve un área mayor del suelo y el fabricante lo recomienda en siembras de grano grueso (maíz). El disco liso es poco común en sembradoras cero labranza equipadas con discos triples: cortador frontal y los otros dos conforman el conjunto sembrador abonador.

Como la sembradora cero labranza requieren cortar rastrojos y raíces para poder hacer un trabajo eficiente, una de las diferencias comparativas más importantes con las tradicionales esta justamente en su peso. Debido a esto su construcción es robusta, de gran resistencia y durabilidad. Imagen No. 5.

XV. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA CERO LABRANZA.

La producción de cultivos sin laboreo elimina la necesidad de preparar la tierra para la siembra, pero no elimina la necesidad de cumplir con otras operaciones básicas de producción de cultivos. La cero labranza reduce significativamente ciertos costos, pero no garantiza al agricultor ningún beneficio sino atiende cuidadosamente los efectos de las prácticas económicas del cultivo.

La agricultura sin laboreo generalmente produce mayores rendimientos, pero esto no necesariamente resulta en mayores ganancias si no se aplican correctamente los principios del buen manejo.

La inversión en maquinaria y los costos de producción de los cultivos varían de acuerdo al sistema del laboreo utilizado. Los sistemas convencionales de laboreo

generalmente requieren las máximas inversiones en mano de obra y equipo lo cuál genera altos costos de producción. Los sistemas de laboreo reducido o sin laboreo generalmente permiten un uso más intensivo de la tierra, lo cuál puede aumentar el volumen total de producción o los ingresos por hectárea.

Las sembradoras en la actualidad tienen un alto costo, por lo que el productor que se inicia en cero labranza debe buscar mejores alternativas, como las antes mencionadas (utilización de sembradoras convencionales modificadas para cero labranza).

La gran economía de la cero labranza radica en que suelos de bajo valor puedan ser incorporados a una alta productividad sin riesgo de erosión. La cero labranza ofrece la posibilidad de sembrar suelos con fuertes pendientes clasificados como no arables y lograr mayores rendimientos.

Con el sistema de cero labranza, suelos de capacidad de uso VI y aun VII sustentan rendimientos propios de los suelos de clases II y III. Los suelos clasificados como no arables (Clase V – VIII) de acuerdo con este principio, son de baja productividad por presentar serias limitantes debido principalmente a su pendiente. Los suelos con pendientes pronunciadas y que se aran implican, contraer un serio compromiso con la erosión y con ello terminar por agotar su capacidad de uso.

Todo esto nos indica que la clasificación original de los suelos por su capacidad de uso, actualmente no tiene relación alguna en cero labranza, ya que el potencial económico productivo es muy superior y a la vez esta claramente respaldada por una adecuada protección de los suelos que sustenta.

El consumo de pesticidas, fertilizantes, combustibles y maquinaria, ha aumentado a tal punto que la agricultura es una industria dependiente de la energía. Alrededor del 80% de la energía usada en la agricultura, se consume en forma de combustibles líquidos del petróleo y gas natural.

La cantidad de energía requerida en diferentes operaciones realizadas en el campo, se ve afectada por varios factores. El tener un tamaño adecuado entre el tractor, equipo, terreno y trabajo, es un factor importante. El tamaño, topografía y tipo de suelo, pueden ejercer gran influencia en el consumo de energía en las actividades del campo. Los terrenos que son pequeños y tienen formas y pendientes irregulares requieren de más tiempo y energía en su manejo, especialmente donde la labranza tradicional debe hacerse al contorno para controlar la erosión del suelo.

La labranza tradicional requiere grandes cantidades de combustible, mucho del cual se usa en la preparación del terreno para la siembra (Barbecho y Rastro). En cero labranza prácticamente se elimina algunos pasos de maquinaria, ahorrándose una considerable cantidad de combustible con este sistema.

La cero labranza es una práctica de bajo costos, reduce los riesgos de contaminación del aire por polvo, del agua por sedimentos y otros productos derivados de la actividad del hombre. La cobertura de los residuos de cultivos sin laboreo evita en gran proporción el movimiento de los productos contaminadores y de los sedimentos.

La contaminación del aire y del agua se ha convertido en un problema importante en los últimos años en los EE.UU y se ha culpado a los agricultores de

estar entre los principales responsables. Una de las acusaciones fue un artículo en el Wall Street Journal del 10 de noviembre de 1971, titulado. Los agricultores provocan gran parte de la contaminación del ambiente.

La preocupación sobre el problema condujo a las reglamentaciones y restricciones en el uso de pesticidas realizadas por la agencia federal de protección del medio ambiente.

La expansión de la tecnología moderna en la agricultura ha contribuido a cierto problemas de contaminación del medio ambiente en varias regiones del mundo.

Las técnicas de cero labranza pueden reducir efectivamente el movimiento de los agentes de contaminación producidos por el hombre con las prácticas normales de agricultura. Además la cero labranza puede reducir significativamente la sedimentación en los arroyos, lagos y suministros de agua por la reducción del escurrimiento superficial.

A pesar de los alegatos sociales, de salud pública, económica o legales que se han hecho, es poco lo que se puede hacer de importancia práctica en la reducción de la producción de millones de toneladas de agentes contaminantes, tales como residuos de cultivos y los excrementos de animales, los cuales han estado renovando los suelos desde siempre.

En la actualidad los altos costos de producción hacen de la agricultura una práctica cada día menos redituable. Por lo que los agricultores deben buscar nuevas alternativas para hacer producir la tierra con menos costos y así buscar mejores condiciones de vida.

Los agricultores deben continuar produciendo alimentos a través de métodos modernos que permiten la reducción de los costos. Si las generaciones presentes o futuras desean seguir alimentándose tan bien como las generaciones actuales, la industria de la agricultura no debe frenarse indebidamente en el uso normal de los residuos, así como de otros insumos productivos, como parte de una producción aceptable de cultivos y de ganado y como prácticas de protección de suelos y agua. La reducción de la contaminación del aire y del agua producida por la agricultura debe provenir de un manejo más cuidadoso de otros factores.

En el campo resulta de capital importancia la eficiencia en la aplicación de los insumos que el agricultor requiere para un cultivo determinado. La forma o aplicación de los insumos puede significar una notable diferencia en la productividad y rentabilidad agrícola final. Muchas veces se observan campos buenos sin la productividad acorde con su potencial. También sucede lo contrario que suelos de muy baja fertilidad pueden llegar a ser un tanto más rentables que los suelos fértiles. Si un suelo de menor calidad se le incorpora al sistema productivo de una adecuada tecnología, es posible que la rentabilidad sea superior a la de un suelo de mejor calidad.

El aprovechamiento de las escasas lluvias es integral, lo que es suficiente para el desarrollo de las sementeras, además de la presencia de los rastrojos que ayudan a conservar la humedad, lo que tiene una importancia primordial en el manejo de los costos de producción agrícola.

En Chequén la falta de lluvias en primavera, durante los últimos años de la

década, ya no es un factor que ponga en serio riesgo la rentabilidad de la producción agrícola. Esto se puede explicar por una mayor cantidad de humedad aprovechable para los cultivos, por la mejor absorción de agua de lluvia invernal, como consecuencia de la activa presencia de los rastrojos sobre el suelo, respaldado por un mejor manejo agronómico de las sementeras.

El aumento de la materia orgánica en los suelos de Chequén constituye un capital que se incrementa año con año con un bajo costo operacional. Este hecho justifica el constante aumento de los rendimientos de los últimos 10 años.

La reducción en la labranza generalmente se asocia con un incremento en el uso de los pesticidas. Aproximadamente se requiere de un 50% más de pesticidas para la producción de maíz bajo labranza cero que bajo labranza tradicional. La mayoría de los pesticidas usados en la producción de maíz y soja bajo cero labranza, no se mueven en forma apreciable a través del ambiente, excepto por la erosión del suelo.

IMAGEN No. 5. Las cosechadoras modernas cuentan con fertilizador y aplicador de herbicidas en un solo paso de la maquinaria.

Cuadro 5. Costos del cultivo de maíz de temporal y resultados productivos y económicos de la parcela.

SISTEMAS DE LABRANZA		
CONCEPTO	CONSERVACION	TRADICIONAL
	COSTO \$/HA	COSTO
APLICACIÓN DE HERBICIDAS	144,200	-----
BARBECHO	-----	150,000
SIEMBRA	113,300	60,000
LABORES CULTURALES	135,800	161,400

COSECHA	128,500	128,300
SUBTOTAL	521,800	499,700
INTERESES	132,400	125,000
TOTAL	654,200	624,700
RENDIMIENTO KG/HA	2,500	1,400
PRECIO DE VENTA	350,000	350,000
\$/TON.		
INGRESOS \$/HA	875,000	490,000
UTILIDAD \$/HA	220,800	(134,700)

Fuente. FIRA. boletín informativo.1989-1990

IMAGEN N.º.4. Las cosechadoras es una de las más importantes máquinas que se utilizan en cero labranza, debido a que los residuos de rastrojos deben de quedar esparcidos sobre la superficie del suelo. ARRIBA. La utilización de los residuos para la alimentación animal es una practica muy común, por lo que el residuo se empaca, como se muestra en la imagen.

BIBLIOGRAFÍA.

-Allison, F. 1976. Crop residues management systems. American Society of Agronomi. Special publication. 31; 114-121.

-Baeumer. K. And. W.A.P. Bakermans. 1973. Zero Tillage. Advances in Agronomi. Volumen 25. pp. 78- 120.

-BASF. 1986. Reportes agrícolas. Estación Esperimental Agrícola Carl- Bosch-Str. 64, postfach 220. D-6703 Limburgerhof. República Federal de Alemania. pp . 6-10.

-BAYER. Correo Fitosanitario. 1996. La Siembra Directa en Argentina. Segunda Edición. pp. 18, 19, 20.

-Blevins, R. L., D. Cook, S. H. Phillips and R. E. Phillips. 1971. Influence of no tillage on soil moisture. *Agron. J.* 63; 593-596.

-Blevins, R. L. And W. Frye. 1993. Conservation Tillage: An Ecological Approach to Soil Management. *Advances in Agronomi.* Vol. 51. pp. 45-52, 54-56.

-Campos, V. 1983. Control de la germinación de malezas en sistemas cero labranza por acción de compuestos fenólicos simples. Universidad de Concepción, Fac. de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales, Dep, de Botánica. P. 17

-Crovetto, C. 1985. Cero labranza, extraordinaria alternativa para el cultivo de cereales en suelos erosionados. Paper presented at the IV interntional conference of soil conservation, Caracas, Venezuela.

-Crovetto, C. 1986. Cero labranza, extraordinaria alternativa para el cultivo de cereales en suelos erosionados. IICA, Montevideo, Uruguay. pp 135-144.

-EL SURCO. Labranza mínima bajo escrutinio. Enero – Febrero - Marzo 1988. Edición Mexicana. pp. 6, 7.

-Figuroa, S.B. y M.F. Francisco. 1992. Manual de Predicción de Cultivos con Labranza de Conservación. SARH. Colegio de Postgraduados. 1era. Edición. pp. 32,33,36,37,38.

-Figuroa, S. B. 1982. La investigación en labranza en México. Memoria de XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México, D.F. p. 34.

-FIRA. Boletín informativo. Número 176. No labranza. Interrogantes más comunes de los agricultores. Febrero de 1986. pp. 13- 16.

-FIRA. Boletín informativo. Número 222. Labranza de Conservación. Una alternativa para aumentar la producción y productividad del agro mexicano. 1 de diciembre 1990. pp. 3- 37.

-Fischer, A. J., y A.S. Tasistro. 1981. Efecto de diversos herbicidas sobre la simbiosis *Rhizobium phaseoli*. I Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza, A. C. Torreón, Coah.

-Fundación Produce Sinaloa. Producción de Granos Bajo el Sistema de Labranza de Conservación y Ferti-irrigación. pp. 13,14.

-Gavilan, J. F. 1981. Efecto de los herbicidas Paracuat, Atrazina y Roundup sobre algunas propiedades biológicas del suelo. Universidad de Concepción, Facultad de

Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales, Depto. Microbiología. pp. 64.

-Guizar, F. M. 1987. Labranza cero. Una alternativa para reducir costos de producción y ajustar calendarios de siembra en Guanajuato. Mimeografiado. SARH. México. p. 12.

-Hargrove, W. L. 1985. Influence of tillage on nutrient uptake and yield of corn. *Agron. J.* 77: 763-768.

-Lamarca, C.C. 1992. Rastrojos Sobre el Suelo. Una Introducción a la Cero Labranza. Editorial Universitaria Santiago de Chile. Primera Edición. p.p. 108-133, 143-148, 153,154, 164-167, 171-216, 233-245, 251-266,278,279.

-National Academy Of Sciences. 1971. Manejo y Control de Plagas de Insectos. Vol. 3. Ed. Limusa. pp. 241.

-National Academy Of Sciences. 1978. Plantas Nocivas y Como Combatirlas. Vol. 2 Ed. Limusa. pp. 223- 235.

-Norstadt, F. A. and T. M. Mccalla. 1969. Microbil population in stubble- mulched soil. *Soil. Sci.* 107: 188-193.

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

-Phillips. S.H. Y H.M. Young. 1979. Agricultura sin laboreo. Labranza cero. Ed. Hemisferio Sur. pp.28, 29, 35, 40, 41, 48-50, 57, 60, 91, 123.

-Ramírez, R. J. 1982. Efecto de diferentes métodos de labranza y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

-Rodríguez, K.R. y C. Calvet. 1990. Nuevos Horizontes en Agricultura: Agroecología y Desarrollo Sostenible. Colegio de Postgraduados. pp. 111, 119, 120.

-Rojas G.M. .1984. Manual Teórico Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. Ed. Limusa. Segunda Edición. pp. 25- 29.

-Ronald E. Phillips, Robert L. Blevins, Grant W. Thomas, Wilbur W. Frye, Shirley H. Phillips. 1980. Agricultura con Cero Labranza. Science. Vol. 208. pp. 1108- 1113.

-Revista. Productores de Hortalizas. Enero de 1999. Planeación y Desarrollo de Nuevas Tecnologías. pp. 68-79.

-Sampat A. Gavande. Física de Suelos, Principios y Aplicaciones. 1991. Editorial

Limusa. Octava reimpresión. pp. 20, 34, 77.

-Suarez De Castro Fernando.1982. Conservación de suelos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 3ra edición. pp. 16.

-Stallings. J.H. El Suelo Su Uso y Mejoramiento. 1984. CIA. Editorial Continental, S. A. De C. V. Decimaprimera impresión. pp. 30-35.

-Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1982. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, S. A. De C. V. Primera Edición en Español. pp. 216, 217, 253.

-Triplett, G. B. Jr. and D. M. Van Doren, Jr. 1969. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization of non-tilled maize. Agron. J. 61: 637-639.

-Unger. P. W. And. M. Macalla. 1980. Conservation Tillage Systems. Advances in Agronomy. Vol. 33. pp. 2- 53.

