

***UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"***

***DIVISION DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE SUELOS***

**Manejo del Suelo y Agua para el Cultivo de Sorgo Grano  
Bajo Condiciones de Temporal, en la Zona Norte de  
Tamaulipas.**

**Por:  
MARIO RANGEL GARCIA**

**Trabajo de observación, estudio y obtención  
de información.**

**Presentada como requisito parcial para obtener  
el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**Buenavista, Coahuila, México.  
Mayo de 1999**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios Nuestro Señor:**

Por tantas bendiciones recibidas.

### **A Mis Padres**

Amador Rangel Chavira y Romana Garcia Ruiz, quienes siempre quisieron verme titulado, aunque tarde quiero cumplir con su deseo.

### **A Mis Hermanos**

José, Carlos y Santos Graciela, quienes me apoyaron para la realización de mis estudios.

### **A Mi Esposa**

Juana Gomez Rocha quien con su amor, comprensión y ayuda, me animó siempre para presentar mi exámen profesional con el fin de sacar el título que tanto he anhelado.

### **A Mis Hijos**

Mario Arturo, Lindsay, Magali, Nashia Ismenne y Carlos Amador, a ellos que con su amor me inspiraron a seguir adelante y que siempre me pidieron el título.

### **A Mis Nietos**

Juan Arturo, Priscila Berenice, Mario y Ana Karen por quienes deseo y ansio mi título para que en el futuro servir de ejemplo en su vida.

## **AGRADECIMIENTO Y RECONOCIMIENTO**

Al M.C. Felipe Abencerraje Rodríguez por su amistad, consejos y apoyo para la realización del presente trabajo.

A los M.C. Ricardo Requejo López y al Ing. Manuel Pánuco Valerio por aceptar ayudarme como sinodales para presentar mi examen profesional.

A Todos los maestros que durante mi carrera donaron parte de sus conocimientos en el aula y en el campo.

A la Sra. Ma. Antonieta Menchaca Velazco por su valiosa ayuda en la mecanografía del trabajo, como compañera y secretaria.

A mis compañeros de trabajo y aquellas personas que siempre me animaron y ayudaron para la realización de este trabajo.

A la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural por colaborar en la formación como persona y profesionista y las facilidades y apoyo, en especial al C. Ing. Alberto Lartigue Guerra, Jefe del D.D.R. 157 San Fernando.

A mi esposa por su valiosa ayuda moral y amorosa, sin la cual no hubiese realizado mi título.

A todos gracias, muchas gracias por su apoyo.

DIVISION DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE SUELOS

MANEJO DE SUELO Y AGUA PARA EL CULTIVO DE SORGO GRANO BAJO  
CONDICIONES DE TEMPORAL, EN LA ZONA NORTE DE TAMAULIPAS.

POR:

**MARIO RANGEL GARCIA**

QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO.

APROBADO POR:  
PRESIDENTE DEL JURADO

---

M.C. FELIPE ABENCERRAJE RODRIGUEZ

S I N O D A L E S:

---

M.C. RICARDO REQUEJO LOPEZ

---

ING. MANUEL PANUCO VALERIO

---

ING. JESUS VALENZUELA GARCIA  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE  
INGENIERIA.

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA.

MAYO DE 1999.

## I.- INTRODUCCION

Resulta común que en las áreas desnudas expuestas a las fuerzas del viento y el agua, gran parte de las mismas se pierdan llevándose consigo parte de los nutrientes existentes en el suelo, reduciendo la capa arable, propia de estas áreas, además de los inconvenientes anteriores; en las zonas de temporal donde el agua es un factor limitante para el desarrollo de los cultivos, las precipitaciones que ocurren pueden en algunas ocasiones presentarse en unos cuantos eventos, siendo en algunos de ellos con altas intensidades y con poca duración, ocasionando grandes pérdidas de agua incluyendo suelo sobre todo en terrenos con pendientes onduladas, debido a los fuertes escurrimientos ocasionados por la fuerza de las gotas de lluvia que caen sobre la superficie descubierta, dispersando y disgregando las partículas de suelo, siendo la razón fundamental de este como recurso permanente y utilizable. No es necesario retener cada partícula en su lugar actual, pero la pérdida del suelo debe limitarse a valores que no afecten su productividad.

La conservación del suelo es un problema que atañe a todos, ya que todos utilizamos los productos procedentes de él, tales como: alimentos, vestidos, para construcción y otros. La población creciente y el aumento del nivel de vida ocasiona una mayor demanda en estos materiales, lo cual debe traducirse en un uso cuidadoso del suelo y conservación del mismo.

La Dirección General de Conservación del Suelo y Agua (SARH), en evaluaciones realizadas estima que un 80 por ciento de los suelos del país se encuentra con diferentes grados de erosión, lo cual ocasiona una disminución en la productividad y un aumento en el deterioro ecológico. Andrade (3) 1975.

La escasez de tierras laborables con recursos de agua aprovechables y la granproporción de campesinos en demanda de dotación de tierra suficiente, obligó al reparto de terrenos delgados y con pendientes fuertes sin prácticas de conservación de suelo, ha dado como resultado un grave problema de erosión tanto hídrica como eólica.

En años recientes se ha puesto mucho énfasis en el control de la fuerza del aire y el efecto del agua con respecto a su captación y almacenamiento y a la erosión del suelo, debido a que el viento y el agua son los mayores contribuyentes; a lo antes mencionado, este esfuerzo ha sido dirigido hacia el desarrollo de mejores técnicas que conduzcan hacia un buen control de la erosión, debido a la urgente necesidad que existe, lo cual ha afectado en gran medida, provocando disminución y hasta pérdida total de los rendimientos. Esta erosión ha sido propiciada por el mal manejo del suelo, cultivando en terrenos con pendientes sin el manejo adecuado, escasa humedad, fuertes vientos, monocultivo y exceso de prácticas de preparación.

### **1.1 Justificación:**

En la zona norte del Estado de Tamaulipas se encuentran dedicadas a la agricultura de temporal alrededor de 650 000 has., de suma importancia para la producción agropecuaria del país; superficie en la cual es común tener pérdidas económicas atribuidas al mal manejo del suelo y a la sequía, afectando el rendimiento de los cultivos, ya que solo un 33 por ciento de la precipitación anual se registra durante la época de desarrollo de la planta, siendo de suma importancia, capturar y almacenar la lluvia que se registra durante el período de descanso (Julio-Diciembre). Además de la variedad de suelos y climas que se localizan en esta amplia zona de temporal y las constantes pérdidas por sequía, así como las pérdidas por erosión del suelo, hacen necesario un buen manejo del mismo, con el fin de combatir el problema, y además modificar el

Sistema de labores del terreno, de tal manera que se pueda obtener una máxima retención de humedad en el suelo y a la vez mejorar las condiciones físicas del mismo con el mínimo de inversión.

La superficie calculada (60 000 has.) con problemas de siniestros en las cuales es necesario hacer urgentemente algo para frenar esta desertificación.

## **1.2 Objetivos:**

Los objetivos planteados en el presente trabajo son los siguientes:

- 1.2.1 Encontrar el método de preparación del suelo que permita captar y almacenar mas eficientemente el agua de los meses de verano-invierno.
- 1.2.2 Encontrar el método de siembra que utilice mejor el agua almacenada en el suelo.
- 1.2.3 Encontrar la población de plantas mas adecuadas por hectárea que retenga mas eficiente el agua almacenada.
- 1.2.4 Encontrar la interacción de los métodos de preparación del suelo con los métodos de siembra para establecer un sistema de producción adecuado para el área de temporal.

## **1.3 Antecedentes:**

A lo largo de un millón de años que tiene aproximadamente la especie humana sobre la faz de la tierra, se ha ido modificando paulatinamente el medio en que se desarrolla hasta llegar a nuestros días, mediante la introducción de una tecnología bárbara y la aplicación de usos no

Siempre recomendables (sobrepastoreo, agricultura nómada, prácticas no adecuadas de riego y drenaje, etc.) para romper el equilibrio ecológico indispensable para la vida actual y futura.

El hombre primitivo subsistió sin problemas, gracias a que su alimentación la satisfacía con frutos silvestres, una caza esporádica y algo de pesca, pero cuando descubrió el fuego inició con esto la contaminación del aire y la erosión artificial del suelo.

El proceso de la civilización siguió adelante, el hombre primitivo aprendió a almacenar alimentos, se volvió sedentario, creó pueblos y ciudades, se multiplicó y surgió así para el la necesidad de mas tierras agrícolas, para tal objetivo construyó presas y canales de riego, pero el humo de los incendios provocados en los bosques para obtener mas tierras abiertas al cultivo, empezó a contaminar la atmósfera, y los suelos arrastrados de las grandes pendientes quemadas o agotadas por el sobrepastoreo contaminaron el agua e interrumpieron el libre paso de las corrientes, formándose enormes pantanos y marismos en estos lugares del mundo como IRAK, Andrade 1975, (3) ahora solo se cultiva menos del 25 por ciento de la tierra y las antiguas obras de riego estan llenas de cieno como consecuencia de la erosión; esto sucede también en varios países de Latinoamérica produciendo ruinosos efectos al acarrear la valiosa capa vegetal, dejando en su lugar campos agrietados y estériles que han perdido su fertilidad original. En Estados Unidos una tercera parte de la capa vegetal se ha perdido a causa de las fuerzas erosivas del agua de lluvia y los vientos.

En nuestro país, muy poco se ha hecho para combatir el problema de la erosión y a partir de 1970 se han percatado de la pérdida que el país ha perdido y sigue perdiendo una gran parte de su valioso patrimonio que es su suelo labranza y nos encontramos que este fenómeno ha

sacado mucha delantera a los medios de recursos económicos y técnicos que tenemos para combatirlo, Andrade (4) en 1975.

En Tamaulipas, fue a partir de 1979 cuando se inició un estudio base para la elaboración de inventario de erosión, y construir un marco de referencia confiable para la selección de áreas representativas que sirvan para los programas de Investigación Agropecuaria, Campaña de Promoción de Cultivo y Programa de Manejo y Conservación del Suelo y Agua.

En la Zona Norte de Tamaulipas, se tienen abiertas al cultivo alrededor de 650 000 has. Bajo condiciones de temporal, de las cuales se tienen problemas de erosión hídrica (Figura 1.1) y eólica (Figura 1.2 y 1.3) en una superficie de 60 000 has., en las cuales se han efectuado diversas prácticas, tendientes a reducir estos fenómenos, tales como: Sistemas, curvas a nivel y terrazas de formación sucesiva, labores de preparación y conservación, el uso de implementos tales como el sistema dickers y el cincel de azadas. De la superficie con problemas de erosión en la Promotoría Alfredo V. Bonfil , existen alrededor de 15 000 has., con los mismos problemas.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 Métodos de preparación:**

Burwell, Nelson y Larsen (7) 1968-1969 mostraron que el subsoleo u otros tratamientos (Barbecho, cincel de azadas) al dejar el terreno es una condición terronosa y áspera, infiltran mas agua (al menos un 50 por ciento) que los tratamientos no subsoleados (planos y polvorientos), hasta que la escorrentía principiara.

Johnson y Molden Haver (15) 1979, encontraron que superficie terronosa y aspera, incrementan la infiltración y reducen erosión causada por escorrentía, comparada con superficies planas y polvorientas, en estudios con lluvias simuladas, además concluyeron que la excesiva labranza reduce la producción de terrones y superficies ásperas.

### **2.2 Diques en surcos para captación de agua.**

En 1975 en la estación experimental de Bushland, se inicio la investigación de diques en surcos con sorgo de grano en temporal. Se observó que la producción en áreas con este trabajo en un período de 5 años, obtuvo un incremento medio de 471 Kg por hectárea.

En la zona Norte de Tamaulipas a partir de 1985 se comenzó a trabajar con el equipo dickers y considerando que el uso de este, en surcos para recoger agua de lluvia, es la práctica de conservación más efectiva y de menor costo, que permite incrementar la producción en los suelos de temporal con precipitaciones de 570 mm o menos. Los diques son bordos de tierra, contruidos mecánicamente con el equipo de dickers en el surco, cuando la lluvia ocurre en cantidades que exceden a la infiltración, el agua es retenida por los diques (bordos), hasta que pueda ser absorbida por el suelo (Figura 2.1)

Salinas (22) 1981, concluyó que los métodos con labranza profunda (Subsoleo y arado) al dejar el terreno áspero y con terrones incrementa la infiltración en comparación, cuando se prepara con métodos que dejan el suelo polvoriento y plano, además los métodos de (Subsoleo y arado) mostraron mas altos rendimientos y estabilidad.

### **2.3 Labranza de conservación: alternativa en la reducción de la erosión del suelo y captación de humedad.**

Dillha et al (8) en 1988, define la labranza de conservación como "Cualquier sistema de siembra o labranza que deja al menos 30 por ciento de la superficie del suelo, cubierta con residuos de la cosecha anterior a la siembra del siguiente ciclo".

Lane y Gradis(17) en 1976, mencionan que uno de los principales objetivos de los sistemas de labranza de conservación, consiste en manejar el residuo superficial de las cosechas anteriores a la siguiente siembra, con el fin de minimizar la erosión del suelo y pérdida del agua, manteniendo o mejorando los rendimientos, además de reducir el número de pasos de maquinaria sobre el suelo, minimizando el grado de compactación del terreno, conservando la humedad de la lluvia natural, además de favorecer buenas condiciones físicas del suelo. Otro beneficio adicional de estos sistemas, es el de reducir los costos de operación o producción.

Ditsch et al (9) en 1988 define tres tipos de sistemas de labranza los cuales son:

### **2.3.1 Labranza convencional:**

Es aquel sistema en el cual la mayoría de los productores de determinada región la emplean, y por lo general es sembrada en camas meloneras o en bordos preparados con anterioridad, y donde menos del 30 por ciento de la cobertura del residuo anterior de la cosecha es mantenida, (Barbecho y/o subsoleo y dos o tres rastras).

### **2.3.2 Labanza reducida:**

Sistema cuyo objetivo fundamental es conservar el conjunto agua-suelo, manteniendo o mejorando los rendimientos mediante la conservación de la humedad y las propiedades físicas del suelo. Aquí, el cultivo es sembrado en terreno ligeramente labrado donde 30 a 90 por ciento de cobertura del cultivo anterior es mantenido (Subsoleo - bordeo - Control de maleza).

### **2.3.3 Labranza cero:**

Se refiere a la siembra del cultivo en suelo no disturbado (no removido), con un mínimo de 90 por ciento de cobertura del residuo dejado por el cultivo anterior a la siguiente siembra.

## **2.4 Infiltración y conservación del agua.**

### **2.4.1 Esgurrimiento:**

Grandes reducciones en el escurrimiento con el sistema de labranza de conservación resultaron como consecuencia del residuo superficial, el cual disipó la energía de las gotas de lluvia al caer sobre la superficie, disminuyendo la dispersión y disgregación de las partículas del suelo, e incremento la infiltración.

Unger y Mc Calla (28) en 1980 y Heilman (14) en 1988, realizaron un estudio con un implemento denominado subsoleador de azadas durante tres años. Encontraron que al aplicar el cincel en el surco o hilera del cultivo anterior al algodón, incrementó la altura de la planta de este cultivo, y el desarrollo radicular en relación a los lotes donde no se realizó este trabajo. Esta técnica incrementó rangos de infiltración de agua, y redujo la densidad aparente del suelo dentro del centro a la cama o bordo además el rendimiento aumentó un 17% durante tres años que duró el estudio.

Roockwood y Leal, (22) en 1974, reportan que en los trópicos de Nigeria, obtuvieron los escurrimientos mas bajos y pérdida del suelo en áreas con cero labranza; que en aquellas areas roturadas y rastreadas. El menor escurrimiento es atribuido al avance lento del agua debido a los residuos dejados sobre la superficie, lo cual siguió a una penetración mas profunda del agua.

#### 2.4.2 **Evaporación:**

Bertrand (5) en 1966, menciona que la evaporación constituye en muchas áreas la mayor pérdida del agua de los suelos agrícolas. En los grandes llanos de los Estados Unidos, cerca del 60 por ciento de los 50 cm de precipitación media anual en pérdida directamente del suelo por evaporación. El agua se evapora de la superficie del suelo directamente después de la precipitación, pero entra al suelo principalmente antes de que la planta llegue a cubrir totalmente la superficie. Conforme se va desarrollando la planta, la evaporación disminuye y la transpiración se incrementa.

Lemon (19) en 1956 establece tres etapas, durante las cuales ocurre la evaporación: En la primera etapa la evaporación es rápida y depende de los efectos de la transmisión del agua a la

superficie y las condiciones ambientales, tales como la velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y energía radiante; durante la segunda etapa, la evaporación disminuye rápidamente conforme disminuye la aplicación del agua, siendo aquí los factores del suelo que controlan el rango del movimiento del agua a la superficie y los factores ambientales tienen poca influencia; en la tercera etapa la evaporación es extremadamente lenta y es controlada con las fuerzas de absorción en la superficie líquida-sólida.

Unger (25) en 1978, colocó paja de trigo en suelos arcillosos en Bushland, encontrando que la precipitación durante el estudio fue de 23 por ciento en el tratamiento sin residuos y de 46% donde fueron añadidas 12 toneladas métricas de paja por hectárea. Se sembró sorgo para grano de temporal tiempo después, obteniendo un rendimiento de 1,780 y 3,990 kg/ha, con 0 y 12 toneladas métricas de paja por hectárea respectivamente.

Unger y Wiese (28) en 1979, no usaron "sweps" y la labranza de discos para el manejo de los residuos y control de maleza después de la cosecha del trigo hasta que se sembró en el siguiente ciclo en un sistema de cultivo trigo-riego y sorgo grano de temporal. La precipitación almacenada, rendimiento de sorgo para grano y eficiencia del uso del agua, fueron más altas para cero labranza y menor en el sistema convencional.

Bone y Willis (6) en 1971, reportan que efectivamente grandes cantidades de residuos de

cultivo sobre la superficie del suelo disminuyen la evaporación durante la primera etapa, sin embargo para una máxima conservación del agua, durante largos períodos, debe ser adicionada para penetrar mas profundo dentro del perfil del suelo, deben estar presentes grandes cantidades de residuos.

## **2.5 Control de malezas:**

Wiese y Stani Forth (30) en 1973, mencionan la tecnología para el control de malas hierbas y germinación, con métodos de cultivo y hierbicidas, o simplemente una combinación de ambos para prevenir las malas hierbas y eliminar aquellas que han sobrevivido al control inicial.

Unger y Mc Calla (28) en 1980, mencionan que la germinación del grano y malas hierbas dejadas por los residuos de la cosecha, compiten con el cultivo en agua, nutrimentos y luz, por lo tanto, un control efectivo de las malezas es esencial en los cultivos para obtener los máximos rendimientos.

## **2.6 Temperatura del suelo:**

El residuo de la planta colocada en el suelo puede influenciar significativamente la temperatura del mismo. El mecanismo fundamental de este efecto, es el cambio en el balance de

energía radiante, según Van Doren y Allmaraz (29) en 1978.

Unger (26) en 1978, menciona que debido a que existen grandes cantidades de residuos o paja sobre el suelo es normalmente más caliente que la radiación del suelo durante el clima caliente, aún durante las horas-luz.

El reflejo más grande del residuo superficial de la radiación del suelo causa menos calor y potencialmente menos evaporación del agua del suelo.

Sin embargo, Hanks et al (13) en 1961, bajo condiciones propias de lo anterior no encontró relación directa entre la radiación y la evaporación.

Unger y Stewarth (27) en 1979, reportan que en las partes más frescas de los Estados Unidos, tales como Corn Belt, en el norte de los Grandes Llanos, la temperatura fresca del suelo bajo una cubierta residual de cosecha en la primavera, puede afectar adversamente a la germinación de las semillas o al desarrollo de la planta. Las temperaturas favorables del suelo para la germinación y emergencia, puede ocurrir arriba de 7 días más tarde en cero labranza que en el sistema convencional.

Allmaraz y Nelson(2) en 1971, mencionan que existe la evidencia de que la temperatura de la zona radicular tiene influencia en la toma del agua, nutrimentos y en la distribución de los productos fotosintéticos dentro de la planta, sin embargo el efecto final de este proceso, sobre el desarrollo de la planta y rendimientos no es aun conocido.

## **2.7 Propiedades físicas del suelo:**

Donahue et al (10) en 1977, reporta que la influencia directa de las plantas sobre los agregados del suelo es manifestada a través de exudaciones de raíces, tallos y hojas, y por lo tanto los agregados deben de protegerse contra el impacto de las gotas de lluvia, de los fuertes vientos y de la dispersión del suelo por el agua, además de que la acción de las raíces en el suelo es promover la formación de agregados. Si estos mismos, formados a través de diversos procesos, son subsecuentemente mantenidos sobre la superficie, la infiltración del agua será más alta que aquella en las que existe un cultivo intensivo con agregados de suelos pobres.

Koshi y Frurear (16) en 1973, mencionan que bajo condiciones de baja precipitación, la compactación del suelo debido al impacto de las gotas de lluvia parece ser ligero debido a que la superficie contenía cubierta de residuos.

Leal (18) en 1976, encontró que la capacidad de retención de agua fue más alta en los

lotes con cero labranza que en aquellos que fueron roturados, atribuida esta diferencia a los cambios que en el contenido de materia orgánica y textura en el horizonte superficial de los lotes roturados.

## **2.8 Efectos químicos y actividad microbiana:**

Doran (11) en 1980, menciona los beneficios al suelo por la cubierta de residuos de planta, por lo general más fresco, más húmedo y más aireado que donde están bajo condiciones de rotura. Encontró en la capa superficial (0-8 cm) de la mayoría de los suelos con labranza reducida o de conservación, poblaciones altas de actividad microbiana, alta actividad enzimática fosfatasa y deshidrogenasa, y altos niveles de nitrógeno total y potencialmente mineralizable, en aquellos suelos con labranza convencional. Las bacterias anaeróbicas se incrementaron de 60 - 300 por ciento incluyendo los denitrificadores. Sin embargo las poblaciones de nitrificadores y microorganismos anaeróbicos fueron mayores con el sistema de labranza cero. La actividad de microorganismos aeróbicos aumentó de 10 a 80 por ciento en los lotes de labranza reducida, comparados con labranza convencional. Bajo tales condiciones, el nitrógeno total y materia orgánica tenderán a incrementarse.

Fink y Wesley (12) en 1974, encontraron que el fósforo tiende a incrementarse en la superficie del suelo, en terrenos con residuos superficiales y más aún disponible para las plantas.

## **2.9 Ventajas de la labranza de conservación.**

Según Phillips *et al* (21) 1980, la labranza de conservación ofrece las siguientes ventajas:

1. Reduce la erosión del suelo causada por el viento y el agua.
2. Es factible incorporar mayor superficie al cultivo, garantizando su conservación. Las clases de suelo II e, IIIe y IVe, pueden mejorar una clase aplicando la labranza de conservación.
3. Los requerimientos de energía son disminuidos.
4. La oportunidad de siembra y cosecha puede ser mejorada. Los cultivos de hileras sobre suelos bien drenados, pueden ser sembrados y cosechados bajo un rango más amplio de contenido de humedad del suelo.
5. El agua del suelo es usada más eficientemente por las plantas, debido a la disminución de la evaporación y al incremento de la infiltración.
6. Se reduce la inversión en maquinaria.
7. Facilita la adopción del sistema de cultivos múltiples.

## **2.10 Desventajas del sistema de labranza de conservación:**

Phillips *et al* (21) 1980, considera que este sistema tiene las siguientes desventajas:

1. Tiene un hábitat más favorable para el desarrollo de poblaciones de insectos, organismos productores de enfermedades y roedores.

2. Requiere una habilidad mayor para manejar el sistema con éxito.
3. La temperatura de la capa superficial puede disminuir de 2 a 10°C en horas frías.
4. La reducción de labranza requiere generalmente 50 por ciento de pesticidas (incluidos herbicidas).

### **2.11 Métodos de siembra:**

Mitchel (20) 1970, estableció que el estrechamiento de surcos en casi todos los cultivos incrementa la producción, reduce la evaporación y aumenta la infiltración. Observaciones de campo en sorgos a madurez han mostrado considerable espacio abierto entre surcos con 50 por ciento o más de área sin sembrar a la hora de medio día en el sistema convencional, ésta incompleta cobertura permite incrementar la evaporación y expone al suelo al impacto directo de las gotas de lluvia, lo que compacta el suelo y reduce la infiltración.

Estudios de Campo en Tempe, Texas, bajo condiciones de temporal, han mostrado que el sorgo para grano sembrado en surcos estrechos 50 cm o menos (Figura 2.2) sobrepasan en rendimiento al método convencional 80 cm en un 15-20 por ciento cuando las malas hierbas son controladas y con poblaciones iguales.

Adams y Burnett (1) 1978, concluyeron que el sorgo para grano plantado a espacios de surcos estrechos da una más temprana y completa cobertura del terreno, lo que permite interceptar los rayos del sol, reduciendo la evaporación del agua, además las plantas interceptan un 12 por ciento más de la radiación solar, lo que incrementa la fotosíntesis y la producción de azúcares en la planta (Figura 2.3)

Salinas (24) 1987, concluyó al comparar los sistemas de surcos (40 cm), convencional (80 cms) y el de doble surco (80-1-80 cm, entre surcos y 10 entre hileras de plantas), encontró que el sistema surcos estrechos supera a los otros dos sistemas en un 12 porciento en rendimiento.

### **III. DESCRIPCION DEL AREA.**

#### **3.1 Localización del area.**

##### **3.1.1 Situación política.**

El área de trabajo se encuentra localizada en la parte sur del municipio de Reynosa, Tamaulipas, en la Promotoría número cinco del Distrito No. 155 de Díaz Ordaz, de la SARH, como lo muestra la figura (3.1)

El área se encuentra localizada en las coordenadas Geográficas 25:30 y 25° 50' Latitud Norte y 98° 00' con 98° 36' Longitud Oeste con una superficie total de 65,350 has.

#### **3.2 Superficie estudiada y límites:**

La superficie para los trabajos de siembra con surcos estrechos (método Espitia), fue de: 35 526 metros cuadrados a nivel experimental y a nivel comercial fue incrementando con el transcurso de los años hasta llegar de 97-00 has a 450-00 has en el año de 1990.

Sistema Dickers:

Los trabajos de preparación en el Sistema dicker fue:

| A Ñ O S | C O M E R C I A L |
|---------|-------------------|
| 1987    | 50-00 has.        |
| 1988    | 59-00 has.        |
| 1989    | 229-00 has.       |
| 1990    | 2 250-00 has.     |

Superficie con curvas a nivel para control de erosión y captación de agua.

| AÑOS | COMERCIAL  |
|------|------------|
| 1987 | 1 230 has. |
| 1988 | 2 390 has. |
| 1989 | 925 has.   |
| 1990 | 600 has    |
| 1991 | 1 438 has. |

Superficie con trabajos de cincel de azadas para captación de humedad y control de erosión, en parcelas demostrativas.

| AÑOS | COMERCIAL |
|------|-----------|
| 1989 | 45 has    |
| 1990 | 75 has    |
| 1991 | 125 has   |

El area se encuentra limitada al Norte con la Promotoría numero cuatro del mismo Distrito, al Sur con el municipio de Méndez, al Este con el municipio de Río Bravo y al Oeste con el Estado de Nuevo León. Figura 3.1.1

### 3.3 Climatología.

### 3.3.1 Temperaturas.

El clima en la región es árido seco y extremo con temperatura media de 23°C, máxima de 42 °C y mínimas de 4°C. Figura 3.2, 3.3 y 3.4

### 3.3.2 Precipitación.

El régimen de lluvias, se presentan en forma irregular y es de 450-500 mm anuales, registrándose la mayoría en la época de descanso (agosto-enero) y solo un 33 por ciento durante la época de desarrollo de la planta (febrero-junio), Figura 3.5, cuya distribución mensual y probabilidad de ocurrencia. Figura 3.6

### 3.3.3 Vientos

Los vientos dominantes en la región con el sureste (SE) con velocidades hasta de 37 km/hora (Figura 3.7), en Febrero y Marzo, con vientos huracanados en Mayo-junio, de 50 km y en invierno con vientos del norte (Figura 3.8).

### 3.3.4 Clases de suelos.

En la superficie que comprende el área de estudio, cuenta con cuatro clases de suelos, Figura 3.9, de acuerdo a la Dirección de Conservación de Suelo y Agua, mediante inventario de integración de Unidades de Suelos del Estado de Tamaulipas, edición de 1982. S.A.R.H. (Figura 3.9).

XKI2a (Asociación Xerosol cálcico-Litosol, de textura media, con pendientes de 2 a 10 por ciento).

Esta unidad se localiza al suroeste de la ciudad de Reynosa, y limita con el estado de Nuevo León.

Son suelos derivados de calizas y lutitas, de modo de formación in-situ con un desarrollo incipiente.

Los Xerosoles háplicos presentan las siguientes características: La profundidad media varía de 25 a 60 cm, el color es cafésáseo claro (10 YR 6/3) en seco y café grisáceo (10 YR 5/2) en húmedo con permeabilidad moderada, drenaje superficial e interno bueno; se observan frecuentes gravas en el perfil con reacción moderada al ácido clorhídrico.

Los Litosoles se localizan en las partes altas de los lomerios y son suelos poco desarrollados con un espesor menor a los 10 cm de profundidad.

Los suelos de esta asociación presentan pedregosidad superficial (Figura 3.10) y el relieve es suavemente ondulado con pendientes de 2 a 10 por ciento, el drenaje superficial es bueno y no registra inundaciones, tampoco existen problemas de salinidad y/o sodicidad. En algunos sitios se observa erosión de moderada a fuerte.

La profundidad y la pendiente aunados al clima son los principales factores de demérito, se recomiendan que estos suelos se dediquen a la ganadería. Se clasifican a los Xerosoles en la clase IV (CST), clase por clima suelo y topografía, y los Litosoles de clase VII (STC) , por suelo, topografía y clima.

XKHc2a-aa (Asociación de Xerosol calcio Feozem Calcárico, de textura media y pendiente de 0 a 10 por ciento con predominación de ondulacines.

Los Xerosoles cálcicos, tienen profundidades de 40 a 60 cm color café grisáceo (10 YR 5/2) en seco y café grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, textura franco arcillosa,

permeabilidad moderada y drenaje interno bueno, sin pedregosidad en el perfil y de reacción ligeramente alcalina.

No existe pedregosidad ni rocosidad superficial; el relieve es suavemente ondulado con pendiente de 0 a 10 por ciento, drenaje superficial de bueno a rápido, se observan algunas áreas con erosión en surcos de leve a moderada.

Los Feozem son más profundos, su espesor es mayor de 100 cm pero también hay áreas donde las profundidades son menores; son de color café grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; textura de franca a franco arcillosa, permeabilidad moderada y drenaje interno bueno, sin pedregosidad en el perfil, reacción moderadamente alcalina.

Los Feozem muestran como factores de demérito de profundidad y la erosión, se estima que deberían de dedicarse preferentemente a la ganadería. Se recomienda que se emprendan medidas de conservación tales como la siembra de pastos en áreas erosionadas.

En temporal no es aconsejable practicar cultivos anuales dada la escasa precipitación 450 a 550 mm y la alta evapotranspiración. Para los suelos que se dediquen a actividades agrícolas se recomiendan las prácticas generales de manejo, así como surcar en curvas de nivel, o hacer cultivos en fajas en contorno para evitar la erosión.

Tanto los Xerosoles como los Feozem se han clasificado en temporal como clase IV ( C) por el factor clima, en tanto los Feozem con pendientes de 6 a 10 por ciento se han clasificado como clase III (T) por su topografía.

XKHeza (Asociación de Xerosol cálcico Feozem calcárico, de textura media, en pendiente de 2 a 10 por ciento.

Se localizan al sur de la ciudad de Reynosa y límite con el estado de Nuevo León.

Estos suelos se han originado de calizas, areniscas, lutitas, gravas y arcillas, su modo de formación es insitu, son poco desarrollados.

Los Xerosoles tienen profundidades medias de 40 a 60 cm color café grisáceo (10 YR 5/2) en seco y café grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, textura franco arcillosa, permeabilidad moderada y drenaje interno de bueno a rápido, sin pedregosidad en el perfil y de reacción neutra a ligeramente alcalina.

Los Feozem son más profundos, su espesor es mayor de 100 cm pero también hay áreas donde las profundidades son menores; de color grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco; y gris oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; textura franco arcillosa, permeabilidad moderada y drenaje interno bueno, sin pedregosidad en el perfil, reacción neutra a moderadamente alcalina.

No presentan pedregosidad superficial, ni afloramientos rocosos, el relieve es suavemente ondulado con pendientes variables de 2 a 10 por ciento, el drenaje superficial es de bueno a rápido. Se observa síntomas de erosión en surcos de leve a moderada.

En uso actual de ambos grupos de suelos es con matorral de mezquite con cenicilla y guapilla y algunas áreas reducidas y aisladas sembradas con maíz criollo y sorgo de temporal. También existen algunos potreros de pastos naturales.

Los Xerosoles presentan como factor limitante la profundidad y la erosión. Se estima que deberían dedicarse a la ganadería moderada. Se recomienda la siembra de pastos en las áreas erosionadas y otras medidas de conservación.

Los Feozem muestran como factores de demérito, las pendientes en algunas áreas, la erosión y el espesor del suelo. En temporal no es aconsejable practicar cultivos anuales dada la escasa precipitación (450-550 mm) y la alta evapotranspiración, pero si llegaran a dedicarse a la agricultura se recomiendan las prácticas generales de manejo, así como surcar en curvas a nivel hacer cultivos en fajas en cortorno para evitar la erosión.

En los suelos ganaderos es conveniente introducir pastos que soporten la sequía, como zacate Buffel, realizar limpieas, practicar la rotación de potreros, controlar la carga animal entre otras.

Tanto los Xerosoles como los Feozem se han clasificado en temporal como clase IV (C) por el factor clima.

Hc zaa (Feozem calcárico de textura media y pendiente menor de 2 por ciento).

Estos suelos se localizan en la parte norte del estado, al oeste de Matamoros y al suroeste de Río Bravo. Se originan de diversos materiales, del pleitoceno y recientemente de (graves, arcillas, arenas, suelos residuales), su modo de formación es por acarreo de corrientes principalmente del Río Bravo, son suelos de más de 200 cm de profundidad, color gris (10 YR 5/1) en húmedo, textura franco arcillosa y arcillosa limosa, permeabilidad moderada, drenaje interno bueno. Sin pedregosidad en el perfil, reacción de ligera a moderadamente alcalina.

No presentan pedregosidad ni afloramientos rocosos. El relieve es plano con pendientes menores de 1 por ciento, drenaje superficial lento. Existen áreas aisladas en depresiones donde pueden presentarse acumulaciones salinas; el manto friático no se detecto a menos de 200 cm ni tampoco se advierten síntomas de erosión.

Dentro de esta unidad se encuentran inclusiones de Fluvisoles eutéricos sobre todo en la margen derecha del Río Bravo, también existen inclusiones de Vertisoles pélicos.

Los suelos que componen esta Unidad se encuentran principalmente en los Distritos de Riego del Bajo Río Bravo y Bajo Río San Juan, y están siendo usados con cultivos anuales, tales como sorgo, maíz, soya, frijol y trigo. Al sur de los Distritos existe la agricultura de temporal donde los suelos son usados con sorgo, maíz y frijol, pastizales, además de pequeñas áreas de matorral.

Aparentemente los suelos de esta Unidad no presentan ningún problema, salvo las áreas de mal drenaje y de salinidad aparente, por lo que la mayoría de los suelos son considerados Clase III (c) por clima.

### **Métodos de prevención y lucha contra la Erosión Eólica e Hídrica:**

Por lo anteriormente expuesto, la lucha contra estos fenómenos se ha orientado en dos frentes complementarios.

Por una parte se busca aumentar la resistencia del suelo contra las fuerzas ejercidas por el viento y el agua, por otra parte disminuir la velocidad con que el agente erosivo golpea el terreno que se desea proteger, en casi todos los casos la combinación de diversas prácticas aplicadas en escala regional, logra ser efectiva.

Considerando tanto los aspectos climáticos, topográficos, edafológicos y analizándolos conjuntamente, se ha elaborado un plan rector de uso de terrenos agropecuarios en los que de manera general se establece que existen en la zona norte de Tamaulipas alrededor de 60 000 has. de las cuales 15,000 has son de la Promotoría Alfredo V. Bonfil, del municipio de Reynosa, en las que los riesgos de siniestro por falta de humedad, pueden ser disminuidos mediante prácticas de manejo de suelo y agua entre los cuales se tienen: la siembra en surcos estrechos, bordeo y contrabordeo con dickers, surcado en contorno y el cincel de azadas.

#### **IV MATERIALES Y METODOS.**

El experimento sobre sistemas de siembra se ha estado efectuando en el Rancho El Canelo, y a nivel comercial se realizó en parcelas demostrativas en los Ejidos Ampliación la Carreta, Luis Echeverría, El Norteño, González Villarreal y en los Ranchos del Ing. Juan Manuel Amaro Ramírez y el Sr. Hermilo Espitia.

El diseño usado fue el de parcelas divididas en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

##### **4.1 Métodos de preparación.**

Arado a 30 cm de profundidad.

Subsoleo a 40 cm de profundidad.

Subsoleo más arado.

Bordeo y Contrabordeo.

Rastra y Cruza.

Labranza mínima (conservación)

##### **4.2 Métodos de siembra.**

Tradicional surcos a 80 cm.

Doble surco 80-10 cm.

Surco estrecho 40 cm.

Tradicional. Es aquel sistema de siembra que realiza la mayoría de los productores de la región en el cual usan la sembradora con bordeadores separados a 80 cm entre surco y surco formando bordos de mas de 25 cm de alto.

Doble surco. Este sistema se ha tratado de estudiar ya que existen algunos productores que realizan este tipo de siembras a 80 cm entre surco y surco y 10 cm entre hileras de plantas, aumentando la población por lo que se trata de comprobar en este trabajo con los otros sistemas.

Surcos Estrechos. Para este fin se usa una sembradora especial con algunas modificaciones que algunos productores han considerado de importancia en la región, las cuales consisten en suprimir los aletones o bordeadores de la sembradora convencional, y se cambian por unos machetes los cuales abren menor área, evitando que se pierda humedad. (Figura 4.1), la distancia entre estos surcos de este sistema es de 16 pulgadas (40 cm), con la misma cantidad de plantas. La sembradora mide 22 pies de longitud con 12 botes(Figura 4.2) para depositar la semilla los platos tienen 12 abujetos solamente, para facilitar el tránsito del tractor donde van las llantas tiene una separación de 32 pulgadas para facilitar las labores posteriores si son necesarias.

La parcela grande quedó constituida por los métodos de preparación y la parcela chica para los métodos de siembra. En esta forma cada repetición quedó constituida por 6 parcelas principales (preparación), 18 subparcelas (métodos de siembra) dando un total de 72 parcelas unitarias en el experimento. La parcela chica consistió de 6 surcos para el método de siembra tradicional; 12 hileras de plantas para el método de doble surco y 12 surcos para el método de surcos estrechos, teniendo un área total de 7,968 m<sup>2</sup> para el experimento.

### **4.3 Datos que se tomaron para el experimento.**

Densidad Aparente.

Porosidad Total.

Infiltración.

Captación y almacenamiento de humedad.

Porcentaje de cobertura y residuos.

Peso de Raíz.

Rendimiento.

Características de Retención de humedad, la capacidad de campo (cc); punto de marchitamiento permanente (PMP).

Contenido de humedad. Al momento de la siembra a intervalos de 15 a 30 días después de la emergencia a diferentes profundidades, 10-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm.

Importancia del Rendimiento y sus componentes.

Rendimiento por panoja (3 panojas al azar).

Peso de 1000 granos.

Altura de planta cada 30 días.

Material seca cada 30 días después de la emergencia.

#### **4.4 Importancia de datos a tomar del suelo.**

Densidad aparente. Se necesita para convertir al porcentaje de agua en base peso (Método gravimétrico), además para calcular la porosidad del suelo cuando se conoce la densidad real de particular, se utilizo el método del terrón con parafina.

Densidad Real de Partícula. Es importante para conocer la relación porosidad movimiento del aire y agua en el suelo, se uso el método desplazamiento de agua.

Infiltración. Es necesario conocer los datos para diferenciar los diferentes métodos de preparación, usandose el sistema de infiltrómetro de anillos.

Compactación. Para encontrar la diferencias entre los métodos de prepración y ver si afecta la infiltración y emergencia, el método usado para esto fue el de Poquet Penetromer.

Porosidad. Es importante para determinar la capacidad de aireación y movimiento del agua en el suelo, no se necesita equipo cuando se conoce la densidad aparente y la densidad real.

Textura. Se necesitan los datos para saber algunas propiedades del suelo como arena, lima y arcilla.

Características de Retención de humedad. Es necesario conocer la capacidad de campo (c) y el punto de marchitamiento permanente (PMP), para saber la capacidad de retención de humedad.

Contenido de humedad al momento de la siembra. Es importante para conocer la humedad almacenada por los diferentes métodos de preparación y conocer que pasa con

la humedad durante el ciclo en los diferentes métodos de siembra. El equipo utilizado fueron barrenas y botes para las muestras.

#### **4.5 Equipo usado para construir diques en surcos.**

Los Dickers son unos implementos que tienen una paleta en forma de ceta (Z) Figura 4.3; la cual va colocada a un cuadro por medio de dos chumaceras que sirven para que cuando la curvatura que forma la ceta que va en la parte del surco se llena de tierra, gira para formar el dique o bordo para que la otra parte caiga al surco y realice la misma operación, la distancia entre diques varía de acuerdo a la velocidad del tractor siendo de 1.5 hasta 2 metros (Figura 4.4), estos dickers son individuales y van colocados en la parte posterior de un equipo el cual va realizando la labor de bordo y contrabordeo, todos los trabajos son realizados en un solo paso de maquinaria durante la preparación. También puede realizarse la formación de diques después de la segunda labor de cultivo en planta, para aprovechar las lluvias durante el desarrollo de la planta.

#### **4.6 Descripción del cincel de azadas.**

El implemento de la labranza de conservación esta diseñado con la finalidad de lograr una mayor captación de humedad y a la vez controlar la pérdida de suelo. Este equipo es una modificación de los ya existentes (bordeo-contrabordeo con dickers) empleados en labores de preparación para captar humedad y conservarla para ser usada por la planta en su desarrollo. El equipo consiste en una serie de barras de acero ahuecado con la finalidad de reducir el peso de las mismas, en la cual en una de ellas (barra posterior) van colocados unos cinceles (4 cinceles) de una pulgada de grueso y en estos, en la parte inferior a unos 25 cm aproximadamente (de abajo hacia arriba), van insertados unos aletones (Swips). En la barra anterior van colocados los bordeadores (5),

y arriba de esta barra es colocado un equipo de aplicación de herbicidas, para el control de malezas. (Figura 4.5)

#### **4.7 Operación del equipo**

Este implemento es empleado inmediatamente después de la cosecha, se recomienda antes de ser puesto en función se realice una labor de desvare del terreno con la finalidad de desmenuzar los residuos de la cosecha (soca) y darle oportunamente además de que el grano que haya permanecido en el suelo, germine con las lluvias posteriores que por lo general suceden en esta área de temporal, además de permitir que las malezas comunes de la región se desarrollen, y así, con la puesta en marcha del implemento destruirlas.

El equipo funciona introduciendo los cinceles sobre la hilera donde esta el residuo anterior (soca), penetrando a una profundidad de 25 a 30 cm, y en este lugar será depositada la semilla en el siguiente ciclo. El cincel actúa al mismo tiempo con un segundo desvare debido a los aletones (Swips) situados en el mismo, cortando a nivel de la superficie la soca y malezas. Detrás de estos cinceles van colocados los bordeadores, formando las camas, de tal manera que los mismos van aporcando al suelo y cubriendo ligeramente el lugar donde el cincel va haciendo la labor de abrir la tierra, permaneciendo los residuos de la cosecha sobre la superficie del terreno, formando una cobertura o colchón que posteriormente actuará como protección al suelo, controlando de esta manera la pérdida del mismo, además de ayudar que haya una mejor captación e infiltración de humedad. (Figura 4.6)

Es necesario mencionar que los bordos pueden ser construidos durante el tiempo que dure la preparación para el siguiente ciclo, procurando siempre en lo que sea posible, no destruirlos. Un bordo más alto tendrá más capacidad para contener residuos,

además mayor captación de agua de lluvia que posteriormente penetrará hacia donde el implemento del cincel penetró.

El uso del equipo aspersor sobre el implemento de conservación es empleado para ir colocando un herbicida preemergente que cubre totalmente la superficie y así evitar la germinación de malas hierbas y el grano de la cosecha anterior.

En el sistema de labranza de conservación o reducida, estas labores son realizadas en un solo paso de maquinaria ya que se hace el subsoleo, desvare, bordeo y combate de malezas al mismo tiempo.

## **V RESULTADOS.**

### **5.1 Densidad aparente y porosidad total.**

Los valores de densidad aparente ( $g/cm^3$ ) y los valores de porosidad total se muestran en Cuadro No. 5.1, los cuales fueron significativos en las dos profundidades de muestreos. En la profundidad de 0-30 cm los métodos de labranza profunda (arado 35 cm) y subsoleo 40 cm y cincel de azadas mostraron los valores más bajos de densidad aparente y valores más altos de porosidad total, cuando se compararon con los métodos de labranza superficial (rastra y cruza), esto se debió probablemente a que los métodos de labranza profunda manipularon mecánicamente al suelo a esa profundidad, y el afloramiento del subsuelo por esos métodos. Por otra parte los métodos de labranza superficial no penetraron a esa profundidad, propiciando tener los valores mayores de densidad aparente y por lo tanto valores más bajos de porosidad total.

### **5.2 Infiltración del agua**

La infiltración acumulada (Figura 5.1), donde se observa que los métodos de labranza afectaron la velocidad de infiltración.

Los métodos de labranza profunda (arado, subsoleo y cincel de azadas o mínima), registraron la mayor capacidad de infiltración de agua en el suelo, seguido por el método que incluían el bordeado (rastra y bordeado, bordeado y contrabordeado), además los métodos de labranza superficial (rastra y cruza) mostraron los valores más bajos de infiltración. Esto probablemente debido a que los métodos de labranza superficial no rompieron la capa impermeable del subsuelo (piso de arado), que limitan la penetración del agua.

Por otra parte los métodos de labranza profunda y los métodos que utilizaron el bordeo, rompieron esas capas impermeables, permitiéndoles por lo tanto mayores valores de infiltración.

### **5.3 Captación y almacenamiento de humedad**

Con el objeto de determinar las eficiencias de captación y almacenamiento del agua de lluvia por los diferentes métodos de labranza, se tomaron muestras de humedad en el perfil de suelo (0-120 cm de profundidad) durante el período de descanso (julio - enero) que se presenta en el Cuadro 5.2, donde se observa que para este ciclo agrícola O.I. 89-90, los métodos de labranza (subsoleo, arado, cincel de azadas), captaron más humedad durante el período de descanso que los otros métodos de bordeo, contrabordeo y labranza superficial. Estos resultados se observaron cuando las precipitaciones son abundantes y en forma torrencial.

Por otro lado en la Figura 5.2, se muestra el contenido de humedad almacenada al momento de la labranza (julio) y siembra (febrero) en el perfil del suelo a una profundidad de 1-120 cm, observándose que la labranza registro 33 cm un poco mayor a 15 bares (PMP) y que la humedad captada en la época de siembra fue de 45 cm teniendo por lo tanto una lámina de agua aprovechable de 12 cm, lo que permitió que se estableciera el cultivo.

### **5.4 Porcentaje de cobertura y residuos de cosecha en la superficie del suelo**

Debido a que una gran cantidad de tierras erosionadas han sido incorporadas al cultivo bajo condiciones de temporal en el norte de Tamaulipas, producto de un Programa agresivo de desmonte, la erosión del suelo en un problema creciente, por lo que se considero evaluar la cantidad de residuos de cosecha en el cultivo de sorgo de temporal que permanecía en la superficie del suelo, después de efectuarse las prácticas de labranza, ya que esta tiene una

relación directa con la conservación del suelo y agua, datos que se presentan en el Cuadro 5.3 y Figura 5.3, como se observó el efecto de los métodos de labranza en la cantidad de residuos de cosecha fue significativa, ya que los métodos de labranza mínima o cincel de azadas y subsuelo 40 cm, mostraron valores más altos de residuos de cosecha en la superficie del suelo, cuando se compararon con los métodos de labranza (arado 35 cm, rastra y cruza), esto es debido a que los métodos de labranza de arado, incorporaron el 90 por ciento de los residuos de cosecha, estratos del subsuelo y además el método de rastra y cruza, desmenuzaron e incorporaron estos residuos. Por otra parte los métodos de labranza mínima y subsuelo 40 cm, no incorporaron los residuos de cosecha lo que les permitió tener valores superiores a los demás tratamiento.

### **5.5 Peso de raíz a dos profundidades de suelo**

Con el objeto de evaluar el efecto de los métodos de labranza, en la ruptura de las capas compactas que pudieron limitar el crecimiento de las raíces del sorgo y reducir por lo tanto su rendimiento, se tomaron datos del peso de raíz a dos profundidades del suelo en los tratamientos de labranza, datos que se presentan en Cuadro 5.4, donde se observa que para la profundidad de 0-15 cm el efecto de los métodos de labranza, en la cantidad de raíces de sorgo no fue afectada significativamente, sin embargo, se observa que los tratamientos de labranza mínima y subsuelo 40 cm mostraron valores más altos comparados con el resto de los tratamientos. Por otra parte a la profundidad de 15-30 cm el efecto de los métodos de labranza la cantidad de raíces del sorgo no fue estadísticamente diferente, sin embargo los tratamientos de labranza profunda (arado 30 cm subsuelo más arado y labranza mínima) mostraron mayor cantidad de raíces en sorgo que los tratamientos de labranza superficial (rastra, bordeado, rastra y bordeado). Esto debido a que probablemente los métodos de labranza profunda rompieron las capas compactas del subsuelo (15-30), permitiendo una mayor penetración y crecimiento de las raíces.

## **5.6 Rendimiento de sorgo**

A pesar de que la precipitación recibida durante este ciclo O.I. 89-90, fue ligeramente inferior a la media registrada en la región, el sorgo se sembró bajo condiciones satisfactorias de humedad, lo que permitió establecer la densidad de plantas deseadas, posteriormente, las lluvias se establecieron y todos los tratamientos en el cultivo de sorgo obtuvieron buenos rendimientos.

Los análisis de varianza para rendimiento mostraron que los métodos de labranza afectaron estadísticamente los rendimientos de sorgo, no detectando diferencias significativas en rendimientos a la aplicación de fertilizantes. En el primer factor estudiado, los métodos de labranza profunda (arado, subsuelo, arado más subsoleo) produjeron más sorgo Cuadro 5.5 que los métodos de labranza superficial (rastra y cruza, bordeo y contrabordeo). Por otra parte el método de labranza mínima fue estadísticamente igual a los métodos de labranza profunda.

## **5.7 Efecto de los métodos de siembra sobre el rendimiento de sorgo**

Al comparar los efectos de los métodos de siembra, tradicional 80 cm doble surco (80-10 cm) y surcos estrechos, se encontró que este último tiene alguna ventaja sobre los otros dos métodos de siembra, ya que aprovecha mejor los nutrientes del suelo al cubrir casi todo el terreno además, se observó que al cubrir más pronto el suelo, ayudó a que no se desarrollaran las malezas lo cual al final reflejó en los rendimientos Cuadro 5.6 donde se nota no hubo varianza significativa entre los métodos utilizados, esto se debió a que tal vez la precipitación fue superior a la media anual y el sistema de siembra de surcos estrechos aprovechó mejor la humedad, así mismo al no abrir demasiado el suelo al momento de la siembra no perdió nada de humedad.

### **5.8 Efecto de las poblaciones de plantas por hectárea en el rendimiento.**

En los estudios realizados para evaluar los efectos de las poblaciones de plantas mas adecuada para la zona de temporal buscando obtener los rendimientos más altos y estables, ya que la humedad es el factor limitante en esta zona, se encontró que la mejor población Cuadro 5.7 de 200 000 plantas es la más adecuada ya que si se presentan buenas precipitaciones puede competir con poblaciones mayores, al desarrollar mejor su panoja, y de presentarse precipitaciones por debajo de lo normal sus rendimientos son estables ya que por su población la planta no sufrirá stress para su desarrollo de acuerdo a evaluaciones realizadas por varios años y en este ciclo 89-90 quedó comprobado.

### **5.9 Efecto del sistema dicker's y cincel de azadas en la captación de humedad y reducción de la erosión**

Los resultados obtenidos en los lotes donde se efectuaron los trabajos con el sistema dickers durante los años de prueba en parcelas demostrativas en aquellos lugares donde la pendiente es mayor de 10 porciento, se presentan en el Cuadro 5.8, donde se observa que los rendimientos son superiores a los lotes testigo donde no se aplicó este sistema, además la erosión fue controlada en un 90 porciento cuando las precipitaciones fueron normales, no asi en aquellas cuando las precipitaciones fueron torrenciales y de poca duración las cuales lograban sobrepasar los diques formados en los surcos.

Cuando los productores vieron los beneficios de este tipo de trabajo, lo implantaron en sus lotes con el fin de captar humedad y reducir la erosión, el mismo tiempo que aumentaron sus rendimientos hasta en un 20 porciento.

## VI DISCUSION DE RESULTADOS

El efecto de los métodos de labranza en el rendimiento de sorgo Cuadro 5.5 fue estadísticamente significativo. En general los tratamientos que utilizaron alguna labranza profunda (subsoleo 40 cm, arado 30 cm y arado más subsoleo) en la preparación de la cama de siembra y el método de labranza mínima (rastra más herbicida) produjeron significativamente más grano de sorgo que los métodos de labranza superficial (rastra o bordeo). Esto debido principalmente a que los métodos de labranza profunda rompieron las capas compactas del subsuelo, favoreciendo la mejor infiltración (Figura 5.1) y el almacenamiento del agua de lluvia (Cuadro 5.2), durante el período de descanso (julio-enero). Además estos métodos incrementaron el crecimiento de la raíz (Cuadro 5.4) lo que permitió que éstas dispusieran de una mayor cantidad de agua y de un volumen de suelo, por otra parte el método de labranza mínima estableció una cobertura de residuos de cosecha en la superficie del suelo (Cuadro 5.3) que probablemente le permitió reducir la evaporación del agua del suelo, aumentando por lo tanto la eficiencia del uso de ésta por las plantas de sorgo. Por otra parte los métodos de labranza superficial (rastra y bordeo) no lograron romper las capas compactas del subsuelo, obteniendo por lo tanto bajos valores de infiltración y captación de agua de lluvia en el perfil del suelo. Además estos métodos no dejaron suficientes residuos de cosecha en la superficie del suelo, lo que favoreció la pérdida de agua por evaporación, causando que las plantas sufrieran stress de sequía y sus rendimientos fueron menores que los métodos de labranza profunda. Estos resultados son acordes a los reportados por Cambel (1979) quien reportó que los métodos de labranza profunda rompían las capas compactas del suelo, incrementaban la infiltración y penetración de las raíces, permitiendo que extrajeran agua de un mayor volumen de suelo, lo que redujo la stress de sequía y por consiguiente el rendimiento de grano aumentó. Por otro lado Unger Phillips 1970, publicaron que el método de labranza mínima promovía la acumulación de

residuos de cosecha en la superficie del suelo y que reducía considerablemente la evaporación directa del suelo, así como ayuda a que la erosión tanto hídrica como eólica sea menor.

## **VII CONCLUSIONES**

La información obtenida en este ciclo agrícola O.I. 89-90, indicó una vez más, la importancia de estudiar los sistemas de producción en los diferentes ambientes que componen la compleja área de temporal en el Norte de Tamaulipas, por lo que no será correcto hacer recomendaciones generales para los varios agrosistemas (cinco) detectados en la región, sin embargo, para el área de estudio de este trabajo (450 - 550 mm anuales) los resultados obtenidos indican lo siguiente.

Los métodos de labranza profunda (arado 35 cm, subsoleo 40 cm, subsoleo más arado y labranza de conservación, subsoleador o cincel de azadas), incrementaron la infiltración, lo que favoreció la captación y almacenamiento de agua de lluvia, durante el período de descanso (julio - enero) y esto consecuentemente incrementó los rendimientos de sorgo comparados con los métodos de labranza superficial (rastra y cruza, rastra más bordeo y bordeo y contrabordeo), en los cuales la infiltración y captación de humedad, fue menor y por consiguiente los rendimientos fueron menores.

Por otra parte los sistemas de siembra el sistema de surcos estrechos fue superior a los otros dos métodos de siembra, tal vez por el mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo así como del agua almacenada. Es necesario seguir realizando evaluaciones para poder convencer a los productores del beneficio de esta sembradora.

## **VIII RECOMENDACIONES**

Siendo la humedad del suelo el principal factor que limita la producción del sorgo en el área de temporal, para el establecimiento y desarrollo del cultivo, las prácticas de preparación del suelo deben orientarse hacia la captación, almacenamiento y conservación del suelo y agua.

El método de preparación recomendado debe ser de acuerdo a la clase de suelo, topografía, precipitación y clima, siendo de vital importancia la calidad y oportunidad de la ejecución de éstas. De acuerdo a las clases de suelos de la Promotoría y series las prácticas recomendadas son:

### **8.1 Suelos arcillosos con pendientes menores de 3 por ciento.**

Esta clase de suelo se encuentra en parte oriente de la Promotoría, abarcando un 50 por ciento más o menos de la superficie abierta al cultivo y las recomendaciones son las siguientes opciones:

**Limpia de terreno.** Consiste en eliminar la soca de la cosecha del cultivo anterior, con la finalidad de destruir hospederos de plagas y enfermedades, además esta labor facilita la descomposición de la misma, esta operación debe efectuarse con una desvaradora o con la rastra, dependiendo si se va a usar el cincel de azadas o trabajos con bordeado o subsoleo, dicha labor debe efectuarse en junio - julio.

**Rotura.** Consiste en romper y voltear la capa arable a una profundidad de 25 a 30 cm, incorporar al suelo los residuos de cosecha y malas hierbas, además exponer al sol frío y aire, las larvas y huevecillos para su destrucción; la ventaja principal de esta práctica, es la de facilitar la infiltración y captación de agua de lluvia, debe efectuarse todo el mes de agosto y la primera semana de septiembre, ya que posteriormente a esta fecha se presenta la época de lluvias y al realizarla después se pierde la humedad que se encuentra acumulada. En esta fecha también se puede efectuar el subsoleo a una profundidad de 30 a 40 cm.

Rastra de Arrope. La finalidad de esta práctica es destruir los terrones y tapar las grietas para evitar perder agua capturada y preparar una buena cama de siembra, y destruir malas hierbas, esta labor debe realizarse entre el 15 de octubre y el 15 de noviembre.

Rastra de Presiembra. Esta labor generalmente se realiza antes de la siembra, su finalidad destruir malas hierbas y preparar una buena cama de siembra.

## **8.2 Suelos francos y arenosos con pendientes mayores de 3 por ciento.**

Los suelos arenosos en la Promotoría se encuentran en la parte norte y noreste, así como los suelos con pendientes mayores de 3 por ciento los cuales se localizan en la parte noreste y poniente de la Promotoría y la recomendación es la siguiente:

Limpia de terreno. La finalidad y el equipo a usar es igual a la recomendación anterior.

Bordeo y Contrabordeo o Cincel de Azadas. El bordeo y contrabordeo puede realizarse con o sin dickers y tiene por objeto aflojar el terreno, facilitar la captura y conservación de agua de lluvia y al mismo tiempo reducir la erosión y conservar el suelo, esta labor debe realizarse siguiendo las curvas a nivel o contorno de la pendiente. Esta labor debe efectuarse en los meses de julio y agosto, antes de que se establezcan las lluvias de septiembre.

Escarda de Arrope y/o Aplicación de herbicidas. La escarda tiene por objeto conservar la humedad y controlar las malas hierbas y debe realizarse con una cultivadora lilliston, cuando la preparación se ejecuta con el Cincel de Azadas, ambas prácticas deben aplicarse entre el 15 de octubre y el 15 de noviembre.

Escarda de Presiembra. Debe realizarse con una cultivadora lilliston del 15 de enero hasta el inicio de la siembra, con la finalidad de formar una buena cama de siembra para la semilla y eliminar posibles malas hierbas. Cuando se efectúa aplicación de herbicidas (Cincel de Azadas) generalmente se encuentra libre de malas hierbas en esta época.

Método de siembra. La siembra puede realizarse con cualquiera de los 3 métodos de siembra evaluados y que se practican en la región, pero, si se tienen las posibilidades económicas para acondicionar una sembradora de machete o surcos estrechos es más recomendable utilizar este método.

Densidad de Población. La densidad de plantas a cosecha mas recomendada debe ser 150 000 a 200 000 plantas independiente del Sistema de Método de siembra utilizado.

| METODOS DE LABRANZA | PROFUNDIDAD DE SUELO |           |            |           |
|---------------------|----------------------|-----------|------------|-----------|
|                     | 0 - 30 cm            |           | 30 - 45 cm |           |
|                     | D. A.                | POROSIDAD | D.A.       | POROSIDAD |
|                     | Gr/cm3               | %         | Gr/cm3     | %         |
| ARADO 35 CM         | 1.26                 | 52.5      | 1.26       | 52.5      |
| SUBSUELO 40 CM      | 1.28                 | 52.0      | 1.27       | 52.0      |
| RASTRA Y CRUZA      | 1.29                 | 51.0      | 1.33       | 50.0      |
| LABRANZA MINIMA     | 1.32                 | 54.0      | 1.34       | 56.0      |

**CUADRO 5.1 EFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA EN LA DENSIDAD APARENTE Y POROSIDAD A DOS PROFUNDIDADES EN LA PROMOTORIA ALFREDO V. BONFIL, CICLO O.I. 1989 - 1990.**

| METODOS DE LABRANZA            | AGOSTO - MARZO<br>AGUA ALMACENADA<br>mm | EFICIENCIA DE<br>CAPTACION.<br>% |
|--------------------------------|---|----------------------------------|
| RASTRA Y CRUZA                 | 53.07                                   | 11.6 *                           |
| LABRANZA MINIMA (CONSERVACION) | 67.9                                    | 14.9                             |
| ARADO 35 CM                    | 52.6                                    | 11.5                             |
| SUBSUELO 40 CM                 | 58.0                                    | 12.7                             |
| SUBSUELO Y ARADO               | 54.9                                    | 12.0                             |
| BORDEO Y CONTRABORDEO          | 44.5                                    | 9.8                              |
| PRECIPITACION                  | 455.0                                   | 14.6                             |

\* Eficiencia de captación =  $\frac{\text{Agua almacenada (mm)}}{\text{Precipitación (mm)}} \times 100$

**CUADRO 5.2 EFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA EN LA CAPTACION Y EFICIENCIA DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA CICLO O.I. 1989 - 1990, PROMOTORIA ALFREDO V. BONFIL, EJ. EMILIO PORTES GIL.**

| METODOS DE LABRANZA               | S O R G O      |                     |
|-----------------------------------|----------------|---------------------|
|                                   | COBERTURA<br>% | RESIDUOS<br>KG / HA |
| ARADO 35 CM                       | 11.18 c*       | 184.8 c             |
| SUBSUELO 40 CM                    | 46.45 a        | 802.8 a             |
| RASTRA Y CRUZA                    | 27.00 b        | 575.8 b             |
| LABRANZA MINIMA<br>(CONSERVACION) | 51.04 a        | 901.0 a             |

**CUADRO 5.3 EFECTO DE CUATRO METODOS DE LABRANZA EN EL PORCENTAJE DE COBERTURA Y RESIDUOS DE COSECHA (KG / HA) EN LA SUPERFICIE DEL SUELO EN EL CULTIVO DE SORGO DE TEMPORAL PROMOTORIA ALFREDO V. BONFIL, CICLO O.I. 1989 - 1990.**

| METODOS DE LABRANZA   | S O R G O |            |
|-----------------------|-----------|------------|
|                       | O - 15 CM | 15 - 30 CM |
| BORDEO Y CONTRABORDEO | 18.5 a    | 0.45       |
| ARADO 30 CM           | 19.8 a    | 0.58       |
| RASTRA Y BORDEO       | 19.2 a    | 0.77       |
| SUBSUELO 40 CM        | 22.4 a    | 0.86       |
| RASTRA Y CRUZA        | 17.5 a    | 0.46       |
| LABRANZA MINIMA       | 23.8 a    | 0.64       |
| SUBSUELO Y ARADO      | 19.4 a    | 0.73       |

**CUADRO 5.4 EFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA EN LA CANTIDAD Y PROFUNDIDAD DE RAIZ DE SORGO Y MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL, PROMOTORIA ALFREDO V. BONFIL, CICLO O.I. 89-90.**

| METODOS DE LABRANZA            | RENDIMIENTO KG/ HA. |
|--------------------------------|---------------------|
|                                | SORGO               |
| BORDEO Y CONTRABORDEO          | 2993 b*             |
| ARADO 30 CM                    | 4111 ab             |
| RASTRA Y BORDEO                | 2981 b              |
| SUBSUELO 40 CM                 | 3636 ab             |
| RASTRA Y CRUZA                 | 2888 b              |
| LABRANZA MINIMA (CONSERVACION) | 3727 ab             |
| SUBSUELO Y ARADO               | 4811 a              |

**CUADRO 5.5 EFECTO DE LOS METODOS DE LABRANZA EN EL RENDIMIENTO DE SORGO Y MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA PROMOTORIA ALFREDO V. BONFIL, ZONA NORTE DE TAMAULIPAS, CICLO O.I. 1989 - 1990.**

- Valores entre columnas seguidas por la misma letra son significativamente.

| MÉTODOS DE SIEMBRA            | RENDIMIENTO KG/HA. |
|-------------------------------|--------------------|
| TRADICIONAL<br>SURCO A 80 CM. | 3464               |
| DOBLE SURCO<br>80 10 CM       | 3741               |
| SURCO ESTRECHO<br>40 CM       | 3937               |

**CUADRO 5.6 EFECTO DE LOS MÉTODOS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE SORGO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL PROMOTORA ALFREDO V. BONFIL, CICLO O.I. 1989 - 1990, EJ. EMILIO PORTES GIL.**

| POBLACION DE PLANTAS POR HECTAREA | RENDIMIENTO KG/HA. |
|-----------------------------------|--------------------|
| 150,000                           | 3960               |
| 200,000                           | 3974               |
| 250,000                           | 3875               |

CUADRO 5.7

**EFEECTO DE DIFERENTES POBLACIONES DE PLANTAS POR HECTAREA EN EL RENDIMIENTO  
CICLO O.I. 1989 - 1990, PROMOTORIA ALFREDO V. BONFIL.**

| NOMBRE DEL EJIDO<br>O PRODUCTOR | CULTIVO | SUPERFICIE<br>HAS. | PRACTICA REALIZADA         | RENDIMIENTO<br>TON/HA. | PRECIPITACION<br>MM ANUALES. |
|---------------------------------|---------|--------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|
| Vicente Lira                    | Sorgo   | 40                 | Curvas a nivel             | 4.6                    | 607                          |
| Testigo                         | Sorgo   | 20                 | tradicional                | 3.8                    |                              |
| Plan de Ayala                   | Sorgo   | 15                 | Curvas a nivel con Dickers | 5.0                    | 425                          |
| Testigo                         | Sorgo   | 20                 | Tradicional                | 3.0                    |                              |
| 20 de mayo # 3                  | Sorgo   | 15                 | Curvas a nivel con Dickers | 3.2                    | 425                          |
| Testigo                         | Sorgo   | 15                 | Tradicional                | 2.0                    |                              |
| Jesús Salinas                   | Sorgo   | 200                | Curvas a nivel             | 2.5                    | 507                          |
| Testigo                         | Sorgo   | 20                 | Tradicional                | 1.5                    |                              |
| Emilio Portes Gil               | Sorgo   | 15                 | Curvas a nivel con Dickers | 3.5                    | 560                          |
| Testigo                         | Sorgo   | 10                 | Tradicional                | 2.4                    |                              |
| 20 de Mayo # 1                  | Sorgo   | 10                 | Curvas a nivel             | 3.5                    | 503                          |
| Testigo                         | Sorgo   | 10                 | Tradicional                | 3.0                    |                              |

CUADRO 5.8

**INFORMACION OBTENIDA DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS CON PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELO Y AGUA, PROMOTORIA ALFREDO V. BONFIL, CICLO O.I. 1989 - 1990.**

## CONTENIDO

iv

|  | Página. |
|--|---------|
| DEDICATORIA  | i       |
| AGRADECIMIENTO   | iii     |
| Indice de cuadros  | iv      |
| Indice de figuras  | ix      |
| I. INTRODUCCION .....  | 1       |
| 1.1 Justificación .....  | 2       |
| 1.2 Objetivos .....  | 3       |
| 1.3 Antecedentes .....   | 3       |
| II. REVISION DE LITERATURA .....   | 9       |
| 2.1 Métodos de preparación .....   | 9       |
| 2.2 Diques en surcos para captación de agua .....  | 9       |
| 2.3 Labranza de conservación: alternativa en la reducción de erosión y<br>captación de humedad ..... | 10      |
| 2.3.1 Labranza convencional .....  | 12      |
| 2.3.2 Labranza reducida .....  | 12      |
| 2.3.3 Labranza cero .....  | 12      |
| 2.4 Infiltración y conservación del agua .....   | 12      |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.4.1 | Escurrimiento .....  | 12 |
| 2.4.2 | Evaporación .....  | 13 |
| 2.5   | Control de malezas .....   | 15 |
| 2.6   | Temperatura del suelo .....                                      | 15 |
| 2.7   | Propiedades físicas del suelo .....                              | 17 |
| 2.8   | Efectos químicos y actividad microbiana .....                    | 18 |
| 2.9   | Ventajas de la labranza de conservación .....                    | 19 |
| 2.10  | Desventajas de la labranza de conservación .....                 | 19 |
| 2.11  | Métodos de siembra .....   | 20 |
| III.  | DESCRIPCION DEL AREA .....                                       | 24 |
| 3.1   | Localización del area .....                                      | 24 |
| 3.1.1 | Situación política   |    |
| 3.2   | Superficie estudiada y límites .....                             | 24 |
| 3.3   | Climatología .....   | 26 |
| 3.3.1 | Temperaturas .....   | 32 |
| 3.3.2 | Precipitación .....  | 32 |
| 3.3.3 | Vientos .....  | 32 |
| 3.3.4 | Clases de suelo.....   | 32 |
| 3.3.5 | Métodos de prevención y lucha contra la erosión eólica e hídrica | 41 |
| IV.   | MATERIALES Y METODOS.....  | 42 |
| 4.1   | Métodos de preparación .....                                     | 42 |
| 4.2   | Métodos de siembra .....   | 42 |
| 4.3   | Datos que se tomaron para el experimento .....                   | 46 |
| 4.4   | Importancia de datos a tomar del suelo .....                     | 47 |
| 4.5   | Equipo usado para construir diques .....                         | 48 |

|   |    |
|---|----|
| 4.6 Descripción del cincel de azadas .....  | 48 |
| 4.7 Operación del equipo .....  | 51 |
| V. RESULTADOS .....   | 55 |
| 5.1 Densidad aparente y porosidad total .....   | 55 |
| 5.2 Infiltración del agua .....   | 55 |
| 5.3 Captación y almacenamiento de humedad .....   | 58 |
| 5.4 Porcentaje de cobertura y residuos de cosecha en la superficie del suelo.....                                   | 58 |
| 5.5 Peso de raíz a dos profundidades de suelo.....  | 61 |
| 5.6 Rendimiento de sorgo.....   | 65 |
| 5.7 Efecto de los métodos de siembra sobre el rendimiento de sorgo.....   | 65 |
| 5.8 Efecto de las poblaciones de plantas por hectárea en el rendimiento.....  | 68 |
| 5.9 Efecto del sistema dicker's en la captación de humedad y reducción de<br>humedad y reducción de la erosión..... | 68 |
| VI. DISCUSION DE RESULTADOS .....   | 71 |
| VII. CONCLUSIONES .....   | 72 |
| VIII. RECOMENDACIONES .....   | 73 |
| 8.1 Para suelos arcillosos con pendientes menores de 3% .....   | 73 |
| 8.2 Para suelos francos y arenosos con pendientes mayores de 3%.....  | 74 |
| IX RESUMEN.....   | 76 |
| X BIBLIOGRAFIA .....  | 78 |

## INDICE DE FIGURAS

|   | Página. |
|---|---------|
| 1.1 Erosión hídrica causada por un mal manejo al no realizar prácticas de conservación de suelo y agua.....               | 6       |
| 1.2 Problemas de erosión eólica debido a desmontes realizados sin dejar cortinas rompevientos 1988 .....                  | 7       |
| 1.3 Daños al cultivo de sorgo en sus primeras etapas de desarrollo por arenas voladoras en 1988.....                      | 8       |
| 2.1 Formación de diques o bordos para retener y almacenar el agua de lluvia y así evitar se pierda por escurrimiento..... | 11      |
| 2.2 Comparación de siembra de surcos estrechos con el sistema tradicional a 15 días de nacida la planta.....              | 22      |
| 2.3 Diferencia de cobertura del terreno entre el método surcos estrechos  |         |

|      |  |    |
|------|--|----|
|      | y el tradicional. (abajo).....   | 23 |
| 3.1  | Localización del area de estudio.....  | 25 |
| 3.2  | Temperaturas máximas extremas en el area de estudio.....   | 27 |
| 3.3  | Temperaturas máximas absolutas, distribución anual en el area de estudio.....                            | 28 |
| 3.4  | Distribución de temperaturas mínimas extremas (distribución anual).....                                  | 29 |
| 3.5  | Distribución de la precipitación media anual.....  | 30 |
| 3.6  | Distribución mensual de la precipitación y el porcentaje de ocurrencia.....                              | 31 |
| 3.7  | Dirección del viento y frecuencia promedio anual.....  | 33 |
| 3.8  | Distribución mensual de los vientos velocidad y frecuencia con que se presentan.....                     | 34 |
| 3.9  | Clases de suelo en el area de estudio de acuerdo a la Integración de suelo del estado de Tamaulipas..... | 35 |
| 3.10 | Suelos delgados con afloramiento de pedregosidad.....  | 36 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.1 | Machete usado para la siembra con surcos estrechos para no abrir la tierra y evitar la pérdida de humedad.....                                 | 44 |
| 4.2 | Sembradora usada para la siembra de surcos estrechos para aprovechar mejor el terreno.....   | 45 |
| 4.3 | Equipo dickers para la construcción de bordos o diques para retener el agua hasta que sea infiltrada y evitar se pierda por escurrimiento..... | 49 |
| 4.4 | Trabajos de formación de diques para captar humedad (arriba)<br>Y formación de terrazas (abajo).....   | 50 |
| 4.5 | Equipo cincel de azadas para la realización de trabajos de conservación de suelo y agua y reducir la erosión.....                              | 52 |
| 4.6 | Trabajos de subsoleo, deshierbe y bordeo con un solo paso de maquinaria con el equipo cincel de azadas.....                                    | 53 |
| 5.1 | Efecto de los métodos de labranza en la infiltración del agua..  | 57 |
| 5.2 | Contenido de humedad del suelo al momento de labranza y siembra ciclo agrícola O.I. 1989 - 1990.....   | 60 |
| 5.3 | Suelo con cobertura de residuos de 60 - 90% de la cosecha anterior para reducir erosión y aumentar la capacidad de                             |    |

|  |    |
|--|----|
| infiltración y almacenamiento de agua..... | 63 |
|--|----|

### INDICE DE CUADROS.

|  | Página. |
|--|---------|
| 5.1 Efecto de los métodos de labranza en la densidad y porosidad a dos profundidades de suelo.....           | 56      |
| 5.2 Efecto de los métodos de labranza en la captación y eficiencia de almacenamiento del agua de lluvia..... | 59      |
| 5.3 Efecto de cuatro métodos de labranza en el porcentaje de cobertura y residuos de cosecha.....            | 62      |
| 5.4 Efecto de los métodos de labranza en la cantidad y profundidad de la raíz.....                           | 64      |
| 5.5 Efecto de los métodos de labranza en el rendimiento de sorgo.  | 66      |
| 5.6 Efecto de los métodos de siembra en el rendimiento de sorgo.   | 67      |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 5.7 | Efecto de las poblaciones de plantas por hectárea en el<br>rendimiento..... | 69 |
|-----|---|----|

## X. BIBLIOGRAFIA.

1. Adams, J.E. F. Arkin G. Y E. Burnet. 1976. Narrow rows incremense diyland grain sorghum yields. Texas Agricultural Experiment. Station Mic. Pub. 1248-2p USA.
2. Allmaras, R.R. y W. Nelson, N. 1971 Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35, 974-980 USA.
3. Andrade, A. 1975. La Erosión Colección Fondo de la Cultura Económica México.
4. Andrade, A. 1976. La Erosión Colección Fondo de la Cultura Económica México.
5. Bertrand, A. R. 1966. In. "Plant-eviroment. And efficient water use" (W.lt. Pierre, D. Kirkham, J. Pasek and R. Shaweds) PP 207-235 Am. Soc. Agron. J. 69-383-386. USA.
6. Bond, J.J. y O. Willis, W. 1971. Soil Sci. Am. J. 43, 582588 USA

7. Burwell, R.E. y E. Larson, W. 1969. Infiltration as, influenced by tillage-induced random roughness and pore space. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 33:449-52 USA.
8. Dillaha, T.A., S. Mostaghimi y D. Heatwulw, C. 1988. "Tillage effects on nutrients loading of waterways". Southern Conservation Tillage Conference Special Bulletin 88-1 Proceedings P. 83-85 USA.
9. Ditsch, D.C., L. Richard y M. Wade Jill. 1988. "Trillage Selection: Soil Steward Ship. Versus Financial Survival". Southern Conservation Trillage Conference. Special Bulletin 88-1 Proceedings P. 5-8. USA.
10. Donahue, R.L., W. Miller, R., y C. Shickluna, J. 1977. "Soils: an Introduction to Soils and Plant. Growth" 4 th ed. P.p. 155-171, 302-320, 464-490 USA.
11. Doran, J. W. 1980. Soil Scie. Soc. Am. J. 44, 518-524 USA.
12. Fink, R. J. Y D. Wesley. 1974. Agron. J. 66; 70-71. USA.
13. Hanks, R.C., A. Bowers, S. Y D. Bark. L. 1961. Soil. Scie. 91, 233-238 USA.
14. Heilman, M.D., 1988. " In-row chisel plowing effect on plant growth and properties of clay soils". Journal of Soil and Water Conservation. March April 1988. Volume 43, number 2 p. 202-204 USA.
15. Johnson, C. B., J.V. Manerig y W.C. Molden haver 1979. Influence of Surface roughness and Clod Size Stability on Soil and Water losses. Soil Sci Soc. Am. J. 43. 772-777 USA.

16. Koshi, P.T., y W. Frurear, D. 1973. Soil Scie. Soc. Am. Proc. 37, 578-762 USA.
17. Lane, D.E., y Graddis. 1976. "Conservation Production Systems for row crops".  
The Cooperative Extension Service Institute of Agricultural on Natural  
Resources USA.
18. Leal, R. 1976. Soil Sci. Soc. Am. J. 66, 70-71 USA.
19. Lemon, E.R., 1956 Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20, 120-125 USA.
20. Mitchell, R.L. 1970. Stand Density "Plant distribution and crop yier". Chpt. 6  
pp. 103-240. IN Crop Growth Culture Iowa. State University Press  
Ameu I.A. USA.
21. Phillips, A.E., R.L., B.W., W.W., y S.H. 1980. No Tillage Agricultural Science  
Vol. 208- pp 1100-1113 USA.
22. Rockwood, W.G., y L.R. 1974 Span. 17 (2) 77-79 USA.
23. Salinas, G.J.R. 1981. Effect of tillage Systems Row Configuration Spacing and  
plant population on Soil phisical properties, evapotranspiration and  
dryland shorghum yields. Master of Science Thesis. Texas A&M.  
University. College Station, Texas, USA.
24. Salinas, G.J.R. 1987. Sistemas de Producción de Sorgo Bajo Condiciones de  
Temporal INIFAP 1987, Rio Bravo, Tamaulipas México.

25. Unger, P.W. 1978.a . Soil Sci. Soc. Am. J. 42, 486-491. USA.
26. Unger, P.W. 1978 b Agron. J. 70, 858-864 USA.
27. Unger, P.W. y Stewart, B.A. 1976 "In multiple cropping (Mo stelly, ed in chief.) pp 255-273 Am. Soc. Agron. Spec. Pul. No. 27 USA.
28. Unger, P.W. y Wiese, A.F. 1979. Soil Sci. Soc. J. 43, 582-588 USA.
29. Unger, P.W. y A.F. 1980 "Conservation Trillage Systems" Advances in Agronomy. 33, 2-53.
30. Van Doren, D.J. y R. Allmaraz, R. 1978 In "Crop residue Manogment Systems" (W.R. Oschwald, ed.) pp. 49-83 Am. Soc. Agron. Spec. Pub. No. 31.
31. Wiese, A.F. y D.W. 1973 "Conservation Tillage The Procedings of a National Conference" p. 108-114 Soil. Soc. Am. Ankeny Iowa.



