

## I. INTRODUCCION

La labranza del suelo es una actividad que se ha venido realizando desde la antigüedad, ésta ha pasado por una transformación completa, debido a que en la época en que apareció el hombre y empezó a practicar la agricultura se labraba el suelo con las manos, palos afilados y herramientas rudimentarias, pasando por el uso del arado egipcio hasta llegar a los laboreos excesivos con implementos de acero y los mecanismos hidráulicos que hoy en día se utilizan.

Según Phillips y Young (1979), el primer arado era un horcón que se usaba para remover el suelo y era tirado por esclavos o por mujeres. Posteriormente se engancharon bueyes a un arado más grande y de esta manera se volteaba el suelo en su preparación para la siembra.

El motivo de la labranza es preparar el asiento para la semilla y el control de malezas principalmente, también ejerce cierta influencia sobre las características físicas del suelo, tales como: aereación y menor compactación en el suelo.

En México existen investigaciones sobre este tópico, pero no las suficientes ya que se cuenta con una gran diversidad de tipos de suelo y climas, los cuales requieren de diferente manejo, esto ha motivado a emprender este tipo de estudios que aportarán algunos juicios que ayudarán a plantear alternativas para buscar mejores opciones en el incremento del rendimiento de los cultivos, además de, conservar y mejorar el suelo y optimizar el consumo de energéticos.

En Tamaulipas, particularmente en la zona centro, más del 70% de los productores preparan sus terrenos practicando labores superficiales, tales como uno o dos pasos de rastra. Además un reducido número hace labores de rotura, y son contados aquellos que practican el subsoleo, lo cual tiene como finalidad preparar el terreno a los dos cultivos que mayor su-

perficie se les destina: maíz 44,449 has, y sorgo 35,465 has.\*

No obstante, hasta el segundo lustro de 1970 se carecía de información del efecto de la preparación de terreno para la siembra de estos cultivos, así como también de un adecuado sistema de rotación con maíz y sorgo.

El presente estudio persigue los siguientes objetivos:

- a). Identificar el mejor método de laboreo del suelo en los diferentes sistemas de rotación, con maíz y sorgo.
- b). Determinar el mejor sistema de rotación, desde el punto de vista económico y productivo.

---

\* Marco de referencia. Campo Agrícola Experimental "Las Adjuntas" (CAELAD-CIAGON-INIA-SARH).

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Preparación de Terreno

Desde la antigüedad, el hombre ha practicado la agricultura y por consiguiente la preparación del suelo para la siembra de las diferentes especies que ha venido cultivando, los diferentes métodos de laboreo han sido muy variados debido a las diversas tecnologías por las que ha pasado la historia de la agricultura (Candanosa, 1978).

Phillips y Young (1979) citaron que grabados rupestres cuya antigüedad data de 1800 años a.c., muestran un palo en forma de "Y" el cual se utilizó para labrar la tierra. Por razón desconocida, el progreso en el diseño de un mejor implemento que un horcón fue lento, pues no hubo mejoramiento notorio sino hasta más o menos 600 años a.c., pasando el uso del arado egipcio, el cual se fue modificando, y con el conocimiento del acero y las técnicas de maleabilidad se han podido fabricar los que actualmente se conocen (de discos y de vertedera).

### 2.2. Labranza reducida y labranza convencional

Dentro del factor laboreo del suelo, existen dos grandes definiciones conocidas como: labranza reducida y labranza convencional.

### 2.3. Labranza reducida

Bowen y Kratky (1980) indican sobre la labranza reducida que es el menor laboreo posible de la tierra requerido para crear en el suelo condiciones adecuadas para la germinación de la semilla, el desarrollo del cultivo y el control de malezas.

Robinson y Fenster (1968) conceptúan la mínima labranza como una cierta preparación o no preparación del suelo bajo cubierta de rastrojo, o

teniéndose con ella una mayor conservación de la humedad y, consecuentemente, producciones más benignas en comparación con otros métodos de preparación del suelo.

### 2.3.1. Origen de la labranza reducida

El origen de la labranza mínima se remonta a mediados del siglo XIX. Con la introducción de los herbicidas químicos durante la época de los años 40's comenzó a recibir más atención, pues las malezas eran un problema insalvable ya que al no labrar el suelo, el surgimiento de éstos era inevitable, y su presencia debería de ser controlada (Bowen y Kratky 1980).

Los sistemas de labranza mínima se han creado principalmente para controlar la erosión del suelo, pero además ofrecen la posibilidad de reducir el uso de energía en la producción de cosechas, también permiten cultivar más tierra con la maquinaria y la mano de obra existente. La investigación ha mostrado que los rendimientos tienden a reducirse en sistemas carentes de labranza. No obstante, a veces hay aumentos de producción en sistemas de labranza reducida o de labranza cero, pero esto no debe ser el principal objetivo al pensarse en adoptar uno de esos sistemas, sino más bien el control de la erosión, el aumento de la eficiencia de tiempo y costos (Viollic et al., 1982).

### 2.3.2. Ventajas de la labranza reducida

La labranza reducida es el método más económico y efectivo de controlar la erosión. Esta práctica es esencial en muchas regiones donde la clave es mantener el rastrojo durante todo el año, además la labranza mínima requiere menos combustible y puede reducir el gasto de energía en 30 a 70%. También ayuda a conservar la humedad del suelo, pues en muchos casos cuanto menos se labore el suelo, habrá menos escurrimiento y más retención del agua. El contenido de materia orgánica es más alto y eso también ayuda a retener más la humedad. Por eso la germinación de la semilla y la salida de la plántula mejoran mucho. Menos pasos de equipo pesado por el campo re

sulta una menor compactación del suelo y una mejor estructura del mismo. (Bowen y Kratky, 1980).

### 2.3.3. Desventajas de la labranza reducida

Al pensarse en adoptar un sistema de labranza mínima, hay que analizar también las desventajas potenciales. En general, cuanto menos labranza se use, más crítico se torna el cultivo y hay menos margen de errores. Al reducirse la labranza se agravan los problemas de malezas, lo que requiere mayor uso de herbicidas. Son esenciales la selección y aplicación adecuada de los productos. Los herbicidas de preemergencia son efectivos cuando el suelo está cubierto de residuos vegetales. (Bowen y Kratky, 1980).

### 2.3.4. ¿Cuál es el "mejor" sistema de labranza?

Prácticamente en todo cultivo puede usarse algún sistema de labranza reducida. Son pocas las prácticas de cultivo; de las que se usan actualmente que no podrían mejorarse eliminando por lo menos una operación, o combinando varias en una. Lo mejor es efectuar pruebas de campo para determinar cuál es la más adecuada.

La labranza cero no es de aplicación universal, pero ya se ha usado con éxito en circunstancias variadas; por ejemplo, siembras de leguminosas en pastizales de gramíneas, siembras de maíz y soya en cultivos de granos menores, siembras sobre rastrojo de cultivos anteriores y siembra directa en pastos naturales. No obstante, la labranza cero requiere de análisis y pruebas cuidadosas antes de adaptarse.

Desde la labranza convencional altamente mecanizada hasta la labranza cero (o no labranza) que se puede definir como un sistema de preparación de la cama de siembra en la cual no hay movimiento del suelo, excepto el estrictamente necesario para permitir la introducción de la semilla en el suelo, existe un aspecto de sistemas de labranza reducida que comprende a veces el uso de herbicidas, de cubierta de rastrojo o "mulch" o ambos. Estos

sistemas han sido descritos por Lal (1979) y por Unger y McCalla (1981).<sup>ne</sup>

Experimentos realizados por Violic et al. (1982) sobre labranza cero en maíz en la región costera del norte de Veracruz, concluyeron que este tipo de labranza combinada con herbicidas apropiados, constituyen un sistema efectivo de manejo de este cultivo en el área de Poza Rica, Tuxpan y El Alamo. Comparada con la labranza convencional, la labranza cero permite operaciones oportunas, en especial siembra prácticamente independientes de las condiciones climáticas, además de conservar agua, suelo y energía y al parecer el cultivo presenta un menor ataque de insectos, permite efectuar las labores con mayor rapidez; a menor costo y con mayor redituabilidad. Además, elimina el cuello de botella provocado por la demora o falta de oportunidad de las operaciones como consecuencia de la contratación de servicios de preparación mecanizada del suelo.

#### 2.4. Labranza convencional

Existe una serie de experimentos sobre labranza, donde algunos investigadores concluyen que los mayores beneficios se propician cuando se la borea más el suelo, otros concluyen lo contrario. Sobre el porqué se prepara el suelo previo a la siembra, Wilson y Richer (1969) señalaron que las principales causas son: mejorar estructuralmente el asiento para la semilla, destruir malezas, combatir plagas y enfermedades y mejorar la fertilidad -- del suelo, entre otras.

Baver et al., (1956) citados por Gavande en (1973) realizaron investigaciones sobre labranza del suelo en el estado norteamericano de Iowa, en las cuales encontraron que al preparar el terreno con arado se obtienen los mayores rendimientos de maíz comparados con los obtenidos cuando se prepara con labores superficiales efectuadas con rastra.

Por otro lado Moshin y Alan (citados por Gavande, 1973) señalaron que en la India la npreparación de terreno con arado para sembrar algodón, incrementó el espacio poroso no capilar y la aereación, no así las labores superficiales que aumentaron la conductividad hidráulica y las pérdidas por

erosión, además de aumentar la compactación, se redujo la aereación y penetración de agua y se deterioró la estructura del suelo.

En Chapingo México, el Andrade, Anaya y Santos (1973), trabajando con maíz para forraje, probaron nueve métodos de labranza consistentes en:

- 1.-  $S_0 B_0 R_2$  = dos pasos de rastra
- 2.-  $S_1 B_0 R_2$  = un paso de subsoleo y dos de rastra
- 3.-  $S_2 B_0 R_2$  = dos pasos de subsoleo y dos de rastra
- 4.-  $S_0 B_1 R_2$  = un paso de rotura y dos de rastra
- 5.-  $S_1 B_1 R_2$  = un paso de subsoleo, uno de rotura y dos de rastra
- 6.-  $S_2 B_1 R_2$  = dos pasos de subsoleo, uno de rotura y dos de rastra
- 7.-  $S_0 B_2 R_2$  = dos pasos de rotura y dos de rastra
- 8.-  $S_1 B_2 R_2$  = un paso de subsoleo, dos de rotura y dos de rastra
- 9.-  $S_2 B_2 R_2$  = dos pasos de subsoleo, dos de rotura y dos de rastra.

Los métodos de laboreo 1, 5 y 9 los consideraron como: intensidad de laboreo mínimo, medio y máximo, respectivamente.

Observaron que; los tratamientos intermedios presentan los más altos rendimientos de forraje verde por hectárea. Y específicamente el cinco, consistente en, un paso de subsoleo, uno de rotura y dos de rastra, de tal forma que la conclusión de este estudio fue; no labrar el terreno intensiva ni superficialmente, sino en forma intermedia.

López (1982) en Marín, Nuevo León, México, llevó a cabo un estudio bajo condiciones de temporal, sobre métodos de laboreo del suelo para cosechar agua de lluvia en cártamo. Concluyó que a medida que se prepara el suelo con labores profundas como son subsoleo, rotura y rastreo, se capta y conserva más humedad y por consiguiente se presentan los mayores rendimientos de este cultivo.

Castillo (1984) como continuación del trabajo realizado por López en 1982 sobre el mismo tópico, en la región de Marín, N.L., continuó probando los mismos métodos de labranza para la captación y conservación de hume-

dad pero sembrando avena, obtuvo resultados similares a los de López, y concluyó que cuando se prepara el terreno con subsoleo, rotura más rastreo, se conserva más la humedad y se incrementan los rendimientos, en cambio los menores contenidos de humedad y los más bajos rendimientos son propiciados cuando el suelo es preparado superficialmente con rastra.

Voorhees (1983), en Lamberton Minnesota (E.U.A.) realizó un estudio para observar la compactación del suelo por el efecto de la labranza, observó que los rendimientos sí tienden a incrementarse cuando se labra bien el suelo, pero abajo de los 20 a 25 cm de capa arable, se observa cierta compactación del suelo que es debida al tráfico normal que se lleva a efecto cuando se realizan las operaciones.

Por otro lado, Halvorson y Hartman (1984), en Sidney Montana (E.U.A.) realizaron un estudio sobre el efecto de la labranza en el rendimiento y calidad de la remolacha azucarera, probaron métodos de labranza convencional, reducida y cero labranza para preparar la cama de siembra, sus conclusiones fueron: que no existió significancia a los métodos de laboreo ya que los rendimientos y los contenidos de sacarosa fueron similares con los diferentes métodos de laboreo.

Eckert (1984), indicó que los sistemas de labranza no tienen un efecto completo en el desarrollo y rendimiento de los cultivos, sino más bien lo que puede influir es, el momento en que se prepara el terreno, ya que debe de existir cierto lapso de tiempo reposando el suelo para efectuar las labores de labranza, así como para efectuar la siembra una vez preparado éste.

## 2.5. La labranza y las características de los suelos

Las características de los suelos son determinantes para la toma de decisiones sobre qué método de laboreo se debe de realizar, por ejemplo: un suelo de textura arcillosa requerirá de labores profundas, y lógicamente de mayor energía para su laboreo; sin embargo, en un suelo de textura ligera (arenoso) su manejo será diferente (Candanosa 1978).

En cuanto a las características de los suelos, Gavande (1973) indicó que de las propiedades físicas de un suelo (principalmente de textura arcillosa y media arcillosa), la porosidad comúnmente se daña por las siguientes causas: transitarlos con vehículos y ganado cuando se encuentran húmedos, labores superficiales y usar vehículos con neumáticos cuya área de contacto con el suelo es reducida. Además se ha observado que existen suelos que frecuentemente se deterioran o se maltratan con la maquinaria e implementos agrícolas. Es común encontrar en suelos que se han labrado constantemente con arado una capa compacta entre 30 y 50 cm de profundidad denominada "piso de arado".

## 2.6. Implementos agrícolas y su uso

Entre los implementos más usados para preparar terrenos, en orden de uso están: los subsoledores de diferente modalidad ya sean de tipo cincel (integral) o Root-cutter; los arados, éstos generalmente son de dos modalidades, los de disco y los de vertedera, y las rastras en sus diferentes tipos (Gavande, 1973).

### 2.6.1. Subsoleador

El subsoleador más común es el de tipo integral, es aquél que se coloca en cualquier tipo de tractor que tenga el enganche de tres puntos algunas características son: modelo. 22, penetración 50 a 60 cm, su peso es de aproximadamente 90 kilos, en la Figura 1 se ilustra este implemento así como las capas de suelo a que profundiza.

La labor de subsoleo es conveniente llevarla a efecto durante la estación seca para lograr fracturar el suelo entre 45 y 60 cm de profundidad; en suelos arcillosos es recomendable practicar uno o dos pasos de subsoleo cada dos o tres años, pero no abusar de esta labor porque su efecto podría resultar negativo. Por ejemplo: en un suelo arcilloso de clima árido-seco, se incrementan las pérdidas de humedad y nutrientes (Cañdanosa 1978).

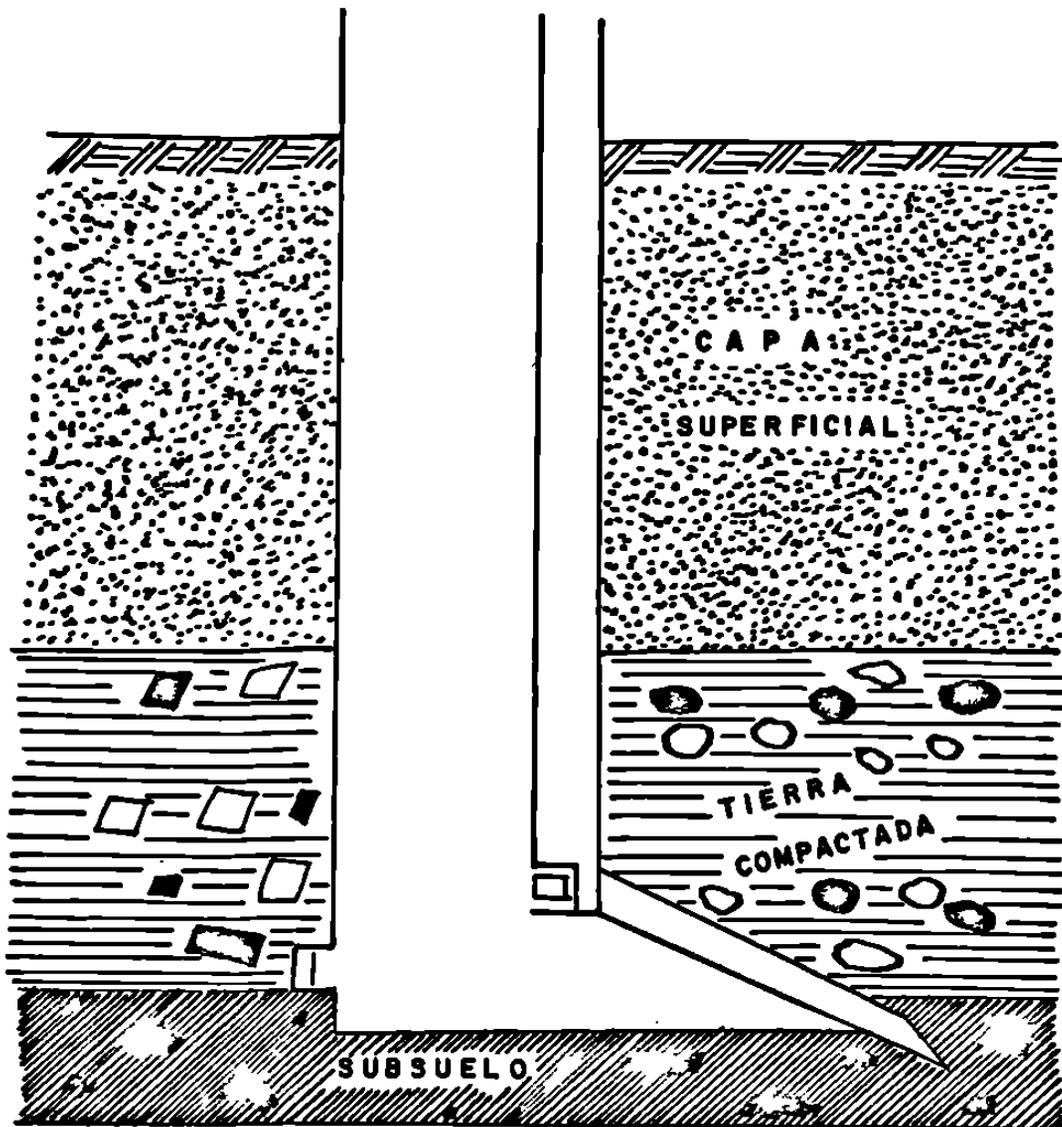


Figura 1. Subsoledor tipo integral, el más comúnmente utilizado en la región.

### 2.6.2. Arado

El arado es el implemento más antiguo del cual trata la historia de la agricultura, el cual ha sufrido una transformación completa, en la actualidad se conocen dos tipos, los de disco y los de vertedera, este implemento llega a profundizar de 20 a 30 cm.

La función de ambos arados (disco y vertedera) es similar, al laborearse el terreno con arado se persigue; descompactar la capa arable de suelo, incorporar los residuos de la cosecha anterior al suelo, combatir malezas y algunas plagas del suelo, entre otras, este laboreo se lleva a efecto después de que se subsoleó. (Candanosa, 1978).

### 2.6.3. Rastra

La rastra, es el implemento más generalizado en el medio oeste y sur de Estados Unidos para labrar el terreno, este implemento se aplica después de que se roturó el terreno, su función es; cortar, romper y aflojar los 7.5 a 12.5 cm superiores del suelo, además comprime la parte inferior de la capa de tierra volteada por el arado y rompe en forma relativa los terrones (Gavande, 1973).

## 2.7. Sistemas de rotación con maíz y sorgo

Un sistema de producción de cultivos es el conjunto de actividades que se realizan y materiales que se usan. Para que un cultivo o un conjunto de ellos conviertan los recursos de un ambiente dado en productos para satisfacer una necesidad del agricultor. En otras palabras, un sistema de producción de cultivos está constituido por el arreglo de los cultivos en el tiempo y en el espacio, sus interacciones con el medio físico biológico y el manejo que se le da (Moreno, 1979).

Particularmente sobre rotación de cultivos, Thre y Peterson (1975) asentaron que la rotación de cultivos en contraste con el monocultivo con-

siste en practicar diferentes siembras en un orden expreso, establecido durante un período de años. Cuando se incluyen especies con diferente sistema radicular y propiedades simbióticas la rotación tiene numerosas ventajas por ejemplo: controla la erosión, mejora las propiedades físico-químicas y microbiológicas del suelo y se mantiene un equilibrio fitosanitario.

La rotación de cultivos se puede llevar a efecto por otras razones, por ejemplo, en regiones donde las lluvias otoñales son tempranas e importantes, es recomendable hacer seguir a los cultivos de verano, tales como: remolacha o maíz de un cereal de primavera en lugar de uno de invierno.

### 2.7.1. Maíz ..

El cultivo del maíz en el área central de Tamaulipas es uno de los pioneros dentro de los sistemas de producción de la región, y su distribución en grandes áreas se debe a su fácil adaptación bajo diversas condiciones ecológicas y edáficas, así como por su amplio aprovechamiento en el consumo humano, ya que la mayoría de los agricultores lo utilizan en su mayor parte para comercializar y una pequeña parte para el autoconsumo (Salazar et al., 1982).

Los métodos utilizados por el productor de la región en el manejo del maíz son los siguientes:

Prácticas agrícolas. La mayoría de los productores realizan una preparación del suelo superficial consistente en uno o dos pasos de rastra; en el cultivo de riego, después del riego de asiento, se rastrea, posteriormente se siembra en plano. En cambio en temporal, después de la lluvia se siembra en plano o en surco (principalmente en el fondo), cuando la tierra da punto y ocasionalmente se practican siembras en seco cuando las dependencias oficiales lo autorizan. Se realizan dos escardas, la primera a los 25 o 30 días después de la siembra y 10 a 15 días después la segunda para preparar el riego de auxilio, las prácticas agrícolas se efectúan tanto en forma manual como mecanizada (Salazar et al., 1982).

Al maíz de riego se le dan dos o tres riegos de auxilio, el primero se realiza a los 35 o 40 días después de la emergencia de las plántulas; el segundo a los 55 o 60 días y ocasionalmente (dependiendo de las condiciones del terreno y ciclo biológico de la planta), un tercer riego a los 75 u 80 días después de la nacencia. Cuando existe limitación de agua, principalmente en las unidades de riego que derivan de los ríos, se suministra un riego, en estas condiciones se dice que el cultivo está bajo condiciones de humedad precaria; en extremos, los únicos volúmenes disponibles son los que se usan para aplicar el riego de presiembra. El cultivo a través de su desarrollo presenta problemas de plagas, entre las que más lo afectan por su importancia económica están el cogollero (Spodoptera frugiperda S.) y elotero (Heliothis zea B.), apareciendo el primero durante las primeras etapas de desarrollo, mientras que el segundo lo hace durante la aparición del jilote. Entre los productores hay un deficiente control de estas plagas, ya que algunos de ellos utilizan agroquímicos y otro no realizan ninguna aplicación. Ocasionalmente ocurre el daño de otras plagas, tales como ácaros o araña roja, principalmente en ciclos secos; defoliadores, generalmente en siembras efectuadas en el ciclo primavera-verano (P-V), y en menor grado aves y mamíferos. Hay otros complejos de plagas constituido por las plagas del suelo, entre ellas tenemos: gallina ciega (Phyllophaga spp), trozadores (Agrotis - sp) y otros.

Las enfermedades que se presentan con mayor incidencia en el cultivo son: Mildiú vellosa (Peronosclerospora sorghi W.), tizón del norte (Helminthosporium turcicum Pass), carbón del maíz o huitlacoche (Ustilago maidis D.C.), achaparramiento y pudrición del tallo (Diplodia sp.). De estas, el productor no realiza ningún control sanitario ya que carecen de importancia económica. La producción media de maíz en la parte central de Tamaulipas es de 1956 Kg/ha en riego mientras que en temporal es de 1282 Kg/ha, con un promedio general para el cultivo de 1619 Kg/ha, cifra que se considera baja con respecto a otras regiones, esto puede ser causado por factores tales como: humedad aleatoria en temporal o deficiente manejo del agua de riego y una deficiente preparación de terreno. Por otro lado, los materiales genéticos que en la actualidad se están utilizando tienen capacidad para duplicar, incluso triplicar los rendimientos comerciales que actualmente

se obtienen, sin embargo, este potencial no se manifiesta debido a:

- Prácticas de manejo deficientes, y en condiciones extemporáneas
- No ajustarse a las épocas de siembra dentro de las cuales los riesgos son mínimos.
- La carencia de una zonificación climática, lo cual se refleja en altos índices de siniestralidad, particularmente en temporal.

Estos problemas se reflejan en términos generales bajo las dos condiciones de humedad en el suelo (temporal y riego), pero específicamente, a continuación se mencionan los que se presentan bajo cada una de las condiciones citadas, y son las siguientes:

Temporal; - Humedad errática en el suelo.

- Infestación e infección de malezas, plagas y enfermedades. Las cuales normalmente no se controlan y cuando se hace, las medidas dejan que desear.
- En general falta generar o adecuar tecnología de producción para esta condición de humedad.

Riego; - Deficiente manejo del agua.

- Presencia de plagas, malezas y enfermedades: las cuales se controlan en forma deficiente, y normalmente no se ejerce ninguna medida supresiva en el tratamiento de las enfermedades (Salazar et al., 1982).

### 2.7.2. Sorgo

El cultivo del sorgo en el centro de Tamaulipas es de gran importancia ya que forma parte de los sistemas de producción que con más frecuencia se utilizan (Salazar et al., 1982). Su cultivo tanto en condiciones de riego como en temporal se hace predominantemente en el ciclo otoño-invierno, aunque en el ciclo primavera-verano el sorgo sembrado en la época sugerida

se desarrolla normalmente ya que las altas temperaturas registradas en los meses de mayo y junio, dañinas para otros cultivos, no lo afectan y cuando lo llegan a hacer, es en forma leve. El cultivo se practica en suelos de todo tipo de texturas con cierto éxito; en relación a la demanda de agua, dos riegos de auxilio y el de presiembra son suficientes bajo condiciones de irrigación.

La agricultura del sorgo se hace totalmente con fines comerciales, dado el uso del producto (elaboración de alimentos balanceados para consumo animal), su cultivo desde la siembra hasta la cosecha se hace completamente mecanizado; ciertas labores de beneficio como deshierbes, aplicaciones de productos químicos, pajareos y otros, en pequeñas áreas se hace manualmente. Desde el punto de vista social es un cultivo que requiere de poca mano de obra (Salazar et al., 1982).

Aunque existe un paquete tecnológico mínimo determinado para su cultivo bajo condiciones de riego, las labores que normalmente realizan los productores en esta condición son las siguientes: labores de preparación del terreno que incluye principalmente prácticas superficiales como dos pasos de rastra, riego de presiembra, siembra (híbridos principalmente, intermedio y precoz), uno o dos cultivos y deshierbes (antes del primer riego de auxilio); dos riegos de auxilio, el primero a los 35 días aproximadamente de nacida la planta y el segundo a los 25 después del primero, dependiendo éste último de la textura del suelo y ciclo vegetativo del material sembrado, control de plagas (una o más aplicaciones de productos químicos principalmente contra mosca de la panícula (Contarinia sorghicola coquillet), durante la antesis) y cosecha mecanizada. La comercialización del grano es realizada directamente por los productores en los depósitos y bodegas oficiales (CONASUPO), o bien en almacenes de compradores particulares instalados cerca de las áreas de producción. No obstante. lo generalizado de este cultivo, a la fecha no ha recibido los estímulos otorgados para otros cultivos; el precio de garantía actual al parecer es poco atractivo dado las inversiones requeridas para su producción.

Algunos problemas detectados para su cultivo en condiciones de temporal son los siguientes:

- Deficiente preparación del suelo
- Desconocimiento de sistemas de siembra adecuados
- Desconocimiento de dosis óptimas de fertilización
- Desconocimiento de los genotipos más adecuados
- Deficiente control de plagas y malezas.

Los problemas detectados para su cultivo bajo condiciones de riego son los derivados de la deficiente aplicación de las diferentes prácticas que integran el paquete tecnológico mínimo sugerido, además de los problemas por la salinidad de los suelos (Salazar et al., 1982).

### 2.7.3. Maíz y Sorgo

En el centro de Tamaulipas, incluso en todo el Estado, de los cultivos básicos que regularmente se siembran, el maíz y el sorgo son los que ocupan la mayor superficie, tanto en otoño-invierno como en primavera-verano\*), en el Cuadro 1 se presenta la relación de los cultivos básicos que se siembran en el centro de Tamaulipas, superficie que ocupan (hectáreas) y rendimiento promedio (Kg/ha), bajo condiciones de temporal y riego.

---

\*) Comunicación personal del Ing. Armando Cortina de la Garza (Programa Agrícola SARI, Cd. Victoria, Tam. 1986).

Cuadro L. Relación de cultivos sembrados en el centro de Tamaulipas, superficie (hectáreas) y rendimiento promedio de cada uno de ellos, información a partir de la fecha de inicio del presente estudio (ciclo P-V 78/78 al O-I 83/84); riego y temporal.

Ciclo Agrícola	Cultivo	Superficie		Rendimiento kg/ha
		Sembrada	Cosechada	
<u>T E M P O R A L</u>				
P-V 78/78	Maíz	24,054	12,838	1,200
	Sorgo	11,048	10,868	1,800
	Frijol	4,227	3,158	800
	Soya	1,053	1,053	700
	Cebada	544	344	1,300
O-I 78/79	Maíz	1,761	1,761	1,000
	Sorgo	3,914	3,914	2,000
	Cártamo	15,816	15,213	700
	S. Escobero	485	485	2,500
P-V 79/79	Maíz	19,691	16,616	1,000
	Sorgo	16,258	13,750	1,300
	Frijol	5,432	5,432	500
	Soya	1,440	1,440	1,200
	Cebada	800	750	1,300
	Cacahuate	50	50	1,900
	Ajonjolí	50	50	800
O-I 79/80	Maíz	4,782	4,421	1,000
	Sorgo	30,777	29,357	2,100
	Cártamo	24,515	24,061	600
	Frijol	104	30	367
P-V 80/80	Maíz	38,883	24,682	1,150
	Sorgo	24,238	18,412	1,600
	Frijol	8,896	4,649	600
O-I 80/81	Maíz	14,406	12,293	1,300
	Sorgo	15,321	6,748	1,856
	Cártamo	32,757	12,320	434
	Frijol	199	43	255
P-V 81/81	Maíz	29,068	21,577	1,150
	Sorgo	21,534	20,670	1,940
	Frijol	6,875	4,748	500
	Cebada	625	607	1,600
	Cacahuate	164	164	1,500
	S. Forrajero	120	120	-----
O-I 81/82	Maíz	6,157	5,111	811
	Sorgo	8,090	6,044	1,280
	Cártamo	7,594	4,871	480
	Frijol	50	50	200
P-V 82/82	Maíz	23,963	4,339	911
	Sorgo	1,797	1,024	1,291
	Frijol	2,351	1,091	497
	Cacahuate	60	60	-----
	Cebada	765	430	481
O-I 82/83	Maíz	9,560	557	470
	Sorgo	18,772	5,799	480
	Cártamo	23,676	17,679	538
	Frijol	66	25	300
P-V 83/83	Maíz	33,813	19,952	1,093
	Sorgo	36,534	27,762	2,043
	Frijol	3,905	2,244	388
	Cebada	625	625	2,500
	Cacahuate	120	30	700
O-I 83/84	Maíz	12,447	2,806	1,667
	Sorgo	38,767	7,751	2,600
	Cártamo	1,345	245	180
<u>R I E G O</u>				
O-I 80/81	Maíz	33,661	31,965	1,711
	Sorgo	13,438	9,846	2,445
	Cártamo	1,261	592	516
	Frijol	238	224	622
		174	174	3,397
P-V 81/81	Maíz	10,046	9,090	1,804
	Sorgo	4,789	4,438	2,871
	Frijol	5,475	4,553	555
	Soya	195	120	1,208
O-I 81/82	Maíz	39,802	36,031	1,834
	Sorgo	9,299	8,493	2,613
	Cártamo	422	200	715
	Trigo	1,016	801	1,970
	Frijol	5	4	500
P-V 82/82	Maíz	19,613	16,539	1,701
	Sorgo	3,261	3,132	3,030
	Soya	112	112	700
	Hortalizas	228	220	3,346
O-I 82/83	Maíz	40,060	34,367	1,758
	Sorgo	13,003	10,143	1,981
	Frijol	96	44	745
	Cártamo	1,741	1,684	413
	Trigo	885	885	2,480
	Hortalizas	501	485	-----
	Forrajes	296	261	-----
P-V 83/84	Maíz	10,924	10,245	1,572
	Sorgo	6,113	5,351	2,247
	Frijol	1,571	799	544
	Soya	100	-----	-----
	Hortalizas	507	336	-----

Existen diferentes experiencias sobre labranza del suelo, donde los resultados de varios trabajos de investigación que se citaron anteriormente, indican que hay incrementos en rendimiento cuando se prepara el terreno con labranza convencional, otros estudios indican que es indistinto si se prepara el suelo superficialmente o con labranza convencional ya que los rendimientos así lo demuestran, incluso se menciona que se observan buenos resultados con cero labranza combinada con herbicidas, sin embargo, la labranza no es el factor determinante para el incremento del rendimiento ya que existe una serie de limitantes que están influyendo directamente en el cultivo ya sean éstas de carácter biótico o abiótico, que serían muchas para enumerarlas. Pero dentro del presente contexto, las principales limitaciones son el suelo y las condiciones climáticas de cada región, de acuerdo a esto se puede aseverar que, la bondad de la labranza del suelo está en función del clima y tipo de suelo de cada región.

Tomando en consideración que en México existe una gran diversidad de climas y tipos diferentes de suelo, surge la necesidad de hacer este tipo de investigación en cada una de las regiones donde se practica la agricultura.

En cuanto a los sistemas de rotación con maíz y sorgo en Tamaulipas se sabe que estos cultivos son los que ocupan la mayor superficie, pero no se tienen evidencias concretas de cuando se debe sembrar tal o cual cultivo, o sea una adecuado sistema de rotación con éstos.

Las hipótesis a probar están apoyadas en lo siguiente:

Para preparación de terreno, en los diferentes métodos que se probaron están incluidos los sistemas de mínima labranza y labranza convencional, si no son los mismos que se han probado en otras partes, al menos son semejantes a los que se menciona en la literatura, además se menciona que el agricultor hace una deficiente preparación de su terreno consistente en labores superficiales, esto en cuanto a productividad se refiere. Sobre el factor económico, se pretende determinar si es redituable económicamente el que se prepare el suelo intensivamente o si preparándolo superficialmente

(como lo ha venido haciendo el productor), es suficiente.

Sobre sistemas de rotación con maíz y sorgo; aunque no se tienen conocimientos precisos en la región (Padilla, Tam.) de cual es la rotación que propicia la mayor rentabilidad se cree (según los productores de la región) que es, cuando se siembra maíz en los dos ciclos y cuando se siembra maíz en el O-I y sorgo en el P-V, y que la menor rentabilidad se propicia cuando se siembra sorgo en el O-I y maíz en el P-V o bien sorgo en ambos ciclos, y por último, se piensa que lo menos favorable es cuando se siembra en un ciclo solamente. Se tiene esta creencia debido a que el maíz es el más remunerativo comparado con el sorgo.

## 2.8. Hipótesis

Las hipótesis a probar en el presente estudio son las siguientes:

- a). El método de preparación del suelo tiene efecto, modificando el rendimiento de los cultivos.
- b). Económicamente la mayor preparación del terreno es la más costeable.
- c). La forma de uso intensiva del suelo (dos cosechas al año), es más costeable que la no intensiva (una cosecha al año).
- d). En las formas de uso intensivas, la mayor rentabilidad se da con las rotaciones; maíz-maíz o maíz-sorgo, en tanto, las rotaciones que propician menor rentabilidad son: sorgo-maíz o sorgo-sorgo y las rotaciones menos favorables son: maíz-descanso o sorgo-descanso.

**N O T A :** El orden de las rotaciones es: otoño-invierno y primavera-verano.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Situación geográfica del Estado de Tamaulipas

Tamaulipas se encuentra situado entre los paralelos 22° 13' y 27° 40' de longitud norte y los meridianos 97° 09' y 99° 58' de longitud oeste. El Trópico de Cáncer corta transversalmente al Estado pasando muy cerca de Cd. Victoria en el paralelo 23° 27' 15", por esta razón queda dividido geográficamente en dos zonas térmicas: una situada al sur de esta línea que es la tropical y la que queda al norte es la subtropical. De la superficie territorial tamaulipeca quedan situados en la zona tropical 26,538 km<sup>2</sup> y en la subtropical 53,064. Estas denominaciones son de tipo general, solamente conservan su valor de orden térmico en las tierras bajas (0-500 m s n m), pues la altitud de las serranías, valles y altiplanicies (501-2,500 m s n m), modifican las características que vienen a determinar fuertes diferencias en flora y fauna.

Tamaulipas limita al norte con los Estados Unidos de Norteamérica (E.U.A.), al sur con el Estado de Veracruz y una parte de San Luis Potosí, al este con el Golfo de México y al oeste con el Estado de Nuevo León y una parte también de San Luis Potosí.

#### 3.2. Zona centro del Estado de Tamaulipas

La zona central del Estado de Tamaulipas representa una superficie de 70,000 ha de tierras de labor. Dentro de esta región se encuentran tierras abiertas al cultivo desde hace cerca de 100 años, donde el mal manejo de éstas ha traído un agotamiento de las fuentes nativas de nutrimentos.

La situación geográfica de esta región está entre los 24° 45' y 23° 20' de longitud norte y entre los 97° 48' y los 99° 00' de longitud oeste. La altitud fluctúa entre los 0 y 2,500 metros sobre el nivel del mar.

### 3.2.1. Clima

Existen fuertes variaciones de temperatura media anual debido a las grandes diferencias de altitud en la zona, ya que parte se encuentra localizada sobre la planicie costera del Golfo de México y parte en los valles localizados entre los pliegues de la Sierra Madre Oriental. El clima es templado, semi-seco, con pequeño o nulo excedente de agua y cálido con régimen de eficiencia térmica normal (Bsl h w<sup>m</sup> e).

La precipitación media anual es de 975.9 mm, la temperatura media anual es de 24°C, las máximas y mínimas son 42°C y 3°C, respectivamente.

### 3.2.2. Suelos

De acuerdo al mapa geológico de Tamaulipas realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.), la zona pertenece al cretácico superior y sus formaciones se consideran como marinos continentales.

La topografía es bastante irregular, las pendientes dominantes son variables, en los terrenos abiertos al cultivo son de 2 a 4% y accidentadas en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental. Se cuenta también con tierras de acarreo originadas por los materiales en suspensión que depositan los ríos San Juan, Blanco y Purificación, formando así suelos aluviales de origen mixto.

### 3.3. Localización del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Agrícola Auxiliar "El Tablero" (CAELAD-CIAGON-INIA-SARII), localizado en el Km. 13 de

la carretera Barretal-Padilla en el Municipio de Padilla, Tamaulipas, este municipio es uno de los 20 que componen la zona centro del Estado, en la Figura 2 se observa su situación.

La duración de este estudio fue de seis años, ya que se inició en el ciclo primavera-verano 1978/1978 y terminó en el otoño-invierno 1983/1984.

El suelo en que se realizó este estudio es considerado como de reciente apertura al cultivo, ya que en el año de 1966 se empezó a trabajar, comparado con otros suelos existentes en la región donde su explotación oscila entre 75 a 85 años o más. Es un suelo profundo, de textura media bajo condiciones de riego.

### 3.4. Materiales

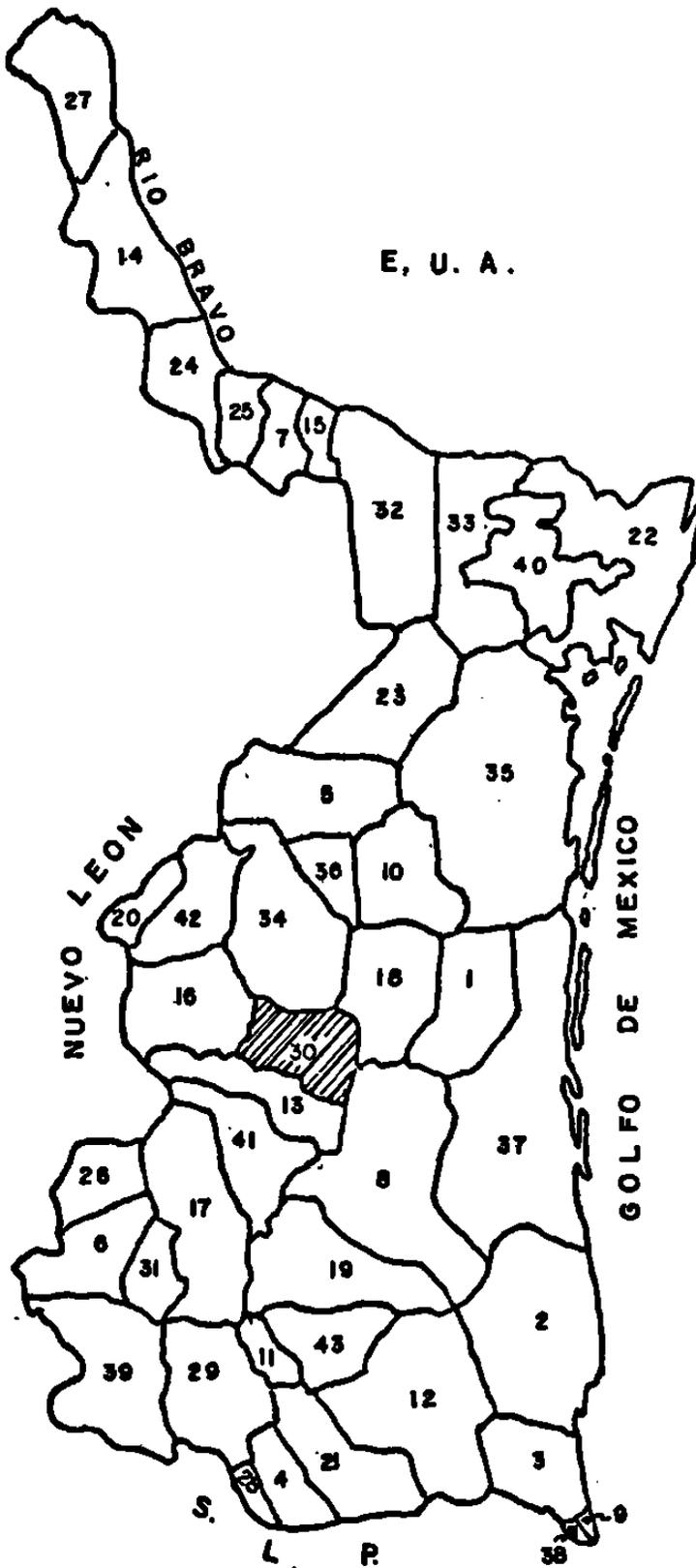
Para el laboreo, establecimiento y manejo de los cultivos incluidos en este estudio se usó equipo e implementos comunes tales como: un tractor de 72 HP para el arrastre de los implementos, un subsoleador de un timón (tipo integral), un arado reversible de tres discos, una rastro de 18 discos, una sembradora convencional de cuatro botes, cal, hilos de ixtle y estacas de madera para delimitar las parcelas. Los materiales genéticos utilizados fueron: maíz criollo de la variedad ratón-M y sorgo híbrido oro, en el Cuadro 2 se presentan algunas características de estos genotipos.

Cuadro 2. Algunas características de los genotipos empleados para este estudio.

Variedad o híbrido	Días a floración	Altura de planta (cm )
Maíz ratón-M	51	207
Sorgo oro	57	119

Fuente: Campo Agrícola Experimental Las Adjuntas (CAELAD-CIAGON-INTA-SARH). Abasolo, Tam.

## MUNICIPIOS



- 1.- Abasolo\*
- 2.- Aldama
- 3.- Altamira
- 4.- Antiguo Morelos
- 5.- Burgos\*
- 6.- Bustamante\*
- 7.- Camargo
- 8.- Casas\*
- 9.- Ciudad Madero
- 10.- Cruillas\*
- 11.- Gomez Farías
- 12.- González
- 13.- Güémez\*
- 14.- Guerrero
- 15.- Gustavo Díaz Ordaz
- 16.- Hidalgo\*
- 17.- Jaumave\*
- 18.- Jiménez\*
- 19.- Llera\*
- 20.- Mainero\*
- 21.- Mante
- 22.- Matamoros
- 23.- Méndez
- 24.- Mier
- 25.- Miguel Alemán
- 26.- Miquihuana\*
- 27.- Nuevo Laredo
- 28.- Nuevo Morelos
- 29.- Ocampo
- 30.- Padilla\*
- 31.- Palmillas\*
- 32.- Reynosa
- 33.- Río Bravo
- 34.- San Carlos\*
- 35.- San Fernando
- 36.- San Nicolás\*
- 37.- Soto la Marina\*
- 38.- Tampico
- 39.- Tula\*
- 40.- Valle Hermoso
- 41.- Victoria\*
- 42.- Villagrán\*
- 43.- Xicoténcatl

Figura 2. Mapa del Estado de Tamaulipas y los municipios que lo componen.

\* ) Municipios que componen la zona centro del Estado.

### 3.5. Método

La metodología empleada para el establecimiento y desarrollo de esta investigación fue la siguiente: primeramente se limpió (desvaró) el predio identificado para este fin cuya superficie fue de 12,197.4 m<sup>2</sup>, posteriormente se rastreó, una vez efectuada esta labor, se procedió a establecer los tratamientos para preparación del suelo, para ello se utilizó cal, hilos de ixtle y estacas de madera. A continuación se describe el establecimiento de los tratamientos considerados (Cuadro 3):

- Para el tratamiento A: consta de un paso de rastra, debido a que ya lo tenía, así se dejó.
- Para el tratamiento B: comprende de dos pasos de rastra, se le dio otro perpendicular al primero.
- Para el tratamiento C: se le dieron dos pasos con el subsoleador, uno en forma vertical y otro en forma horizontal, posteriormente se le dio un paso de rastra perpendicular al primero, la labor de subsoleo se llevó a efecto cada dos años (para este tratamiento).
- El tratamiento D: comprende de un paso de arado (rotura), más uno de rastra debido a que ya tenía el paso de rastra, solamente se le dio el paso de arado.
- El tratamiento E: comprende de un paso de arado (rotura), más dos de rastra, se le dio el paso de rotura y uno de rastra y como ya tenía el primero, se completaron los dos.
- El tratamiento F: comprende un paso con el subsoleador sencillo (un solo sentido) cada cuatro años, un paso de arado (rotura), más dos de rastra, así es que se le dio el paso del subsoleo, el de rotura y uno de rastra.

Cabe mencionar que las labores de subsuelo que llevan los tratamientos C y F, se llevaron a cabo en los siguientes ciclos: para el tratamiento C, al inicio del estudio (ciclo P-V 78/78), en el ciclo P-V 80/80 y en el P-V 82/82; para el F, al inicio del estudio (ciclo P-V 78/78) y en el P-V 82/82. Una vez preparado el terreno de acuerdo a los tratamientos de métodos de laboreo del suelo (parcelas grandes) detallados anteriormente, se efectuó el riego de presiembra, transcurridos 2 a 4 días para que la tierra diera "punto" (según las condiciones de temperatura), se procedió a delimitar las parcelas, pero ahora fueron las chicas (sistemas de rotación) con cal e hilos de ixtle; una vez realizado esto, se procedió a efectuar la siembra (en los ciclos 0-I del 10 al 15 de febrero y en los P-V del 15 de julio al 15 de agosto), sembrándose primero una especie en todas las parcelas del experimento donde debería de sembrarse a esa especie, después se cambiaban los discos y platos de los botes de la sembradora, así como la calibración de ésta, para sembrar a la otra especie (Cuadro 3).

De acuerdo a los tratamientos de sistemas de rotación en los ciclos 0-I, las parcelas 1, 2 y 3 se sembraron con maíz y las 4, 5 y 6 con sorgo; y en los ciclos P-V, las parcelas 2 y 5 se sembraron con maíz y las 3 y 6 con sorgo, las parcelas 1 y 4 en este ciclo (P-V), estuvieron en descanso.

La finalidad de este arreglo de sistemas de rotación fue: observar (en función del tiempo) cuál o qué efecto se manifiesta cuando:

- Se siembra maíz en el ciclo 0-I y se deja en descanso a esa parcela en el P-V (tratamiento 1).
- Se siembra maíz en ambos ciclos 0-I y P-V respectivamente (tratamiento 2).
- Se siembra maíz en el ciclo 0-I y en el P-V sorgo (tratamiento 3).
- Se siembra sorgo en el ciclo 0-I y en el P-V esa parcela se deja en descanso (tratamiento 4).

- Se siembra sorgo en el ciclo 0-I y en el P-V maíz (tratamiento 5).
- Se siembra sorgo en ambos ciclos 0-I y P-V respectivamente (tratamiento 6).

Durante el ciclo vegetativo de los cultivos las malezas se controlaron mecánicamente, el control de plagas fue con productos químicos, sevin 80 para el control del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), que fue la principal aunque no de gran importancia, el problema con pájaros, se solucionó con la presencia de un peón.

Las cosechas se efectuaron en forma manual, solamente se midió el parámetro correspondiente a rendimiento de grano (Kg/ha), el producto de cada parcela útil (mazorcas y panojas) en forma separada se coleccionaron en bolsas de polietileno, posteriormente se desgranaron, se pesaron y finalmente el peso de cada una de las muestras, tanto de maíz como de sorgo se ajustaron al 12% de humedad para la obtención de peso estandar.

### 3.6. Tratamientos

Se probaron seis tratamientos para cada uno de los factores estudiados, en el Cuadro 3 se indican en forma separada los correspondientes a métodos de preparación de terreno (parcelas grandes) y a sistemas de rotación con maíz y sorgo (parcelas chicas), éstos generaron 36 tratamientos en total, los cuales se detallan en el Cuadro 4. La figura 3 corresponde al plano de campo donde se observa la forma en que quedaron distribuidas las parcelas, éstas permanecieron tal como se presentan durante los seis años de duración de este estudio.

**Cuadro 3. Niveles de laboreo del suelo y sistemas de rotación con maíz y sorgo.**

Métodos de Preparación del suelo			Sistemas de Rotación con Maíz y Sorgo	
(Parcela grande)			(Parcela chica).	
	Rotura	Rastra	0 - I	P - V
A.-	0	1	1.- Maíz	Descanso
B.-	0	2	2.- Maíz	Maíz
C.-	0	2 + Subsoleo cruzado c/2 años	3.- Maíz	Sorgo
D.-	1	1	4.- Sorgo	Descanso
E.-	1	2	5.- Sorgo	Maíz
F.-	1	2 + Subsoleo sencillo c/4 años	6.- Sorgo	Sorgo

**Indica:**

0, 1, 2 = número de laboreos

0-I = Otoño-invierno; lo. de octubre al 31 de marzo

(La época de siembra recomendada en la Región durante este ciclo es a partir del 20 de enero al 15 marzo, tanto para maíz como para sorgo)

P-V = Primavera-verano; lo. de abril al 30 de septiembre

(La época de siembra recomendada en la región durante este ciclo es a partir del 15 Julio - al 15 de Agosto).

Cuadro 4. Descripción de los 36 tratamientos generados de seis diferentes métodos de laboreo del suelo y seis sistemas de rotación, con maíz y sorgo.

Núm. de Tratamiento	Descripción del Tratamiento		Repeticiones			
	Mét. de Lab. del Suelo	Sist. de Rot.	I	II	III	IV
1.-	Ra	Maíz-Descanso	I*	57	97	133
2.-	Ra	Maíz-Maíz	2	56	99	135
3.-	Ra	Maíz-Sorgo	3	55	101	137
4.-	Ra	Sorgo-Descanso	6	60	98	134
5.-	Ra	Sorgo-Maíz	5	59	100	136
6.-	Ra	Sorgo-Sorgo	4	58	102	138
7.-	Ra + Ra	Maíz-Descanso	25	39	85	121
8.-	Ra + Ra	Maíz-Maíz	26	38	87	123
9.-	Ra + Ra	Maíz-Sorgo	27	37	89	125
10.-	Ra + Ra	Sorgo-Descanso	30	42	86	122
11.-	Ra + Ra	Sorgo-Maíz	29	41	88	124
12.-	Ra + Ra	Sorgo-Sorgo	28	40	90	126
13.-	Ra + Ra + Sub. Cruz. c/2 años	Maíz-Descanso	7	51	73	109
14.-	Ra + Ra + Sub. Cruz. c/2 años	Maíz-Maíz	8	50	75	111
15.-	Ra + Ra + Sub. Cruz. c/2 años	Maíz-Sorgo	9	49	77	113
16.-	Ra + Ra + Sub. Cruz. c/2 años	Sorgo-Descanso	12	54	74	110
17.-	Ra + Ra + Sub. Cruz. c/2 años	Sorgo-Maíz	11	53	76	112
18.-	Ra + Ra + Sub. Cruz. c/2 años	Sorgo-Sorgo	10	52	78	114
19.-	Ro + Ra	Maíz-Descanso	19	69	103	115
20.-	Ro + Ra	Maíz-Maíz	20	68	105	117
21.-	Ro + Ra	Maíz-Sorgo	21	67	107	119
22.-	Ro + Ra	Sorgo-Descanso	24	72	104	116
23.-	Ro + Ra	Sorgo-Maíz	23	71	106	118
24.-	Ro + Ra	Sorgo-Sorgo	22	70	108	120
25.-	Ro + Ra + Ra	Maíz-Descanso	13	45	79	139
26.-	Ro + Ra + Ra	Maíz-Maíz	14	44	81	141
27.-	Ro + Ra + Ra	Maíz-Sorgo	15	43	83	143
28.-	Ro + Ra + Ra	Sorgo-Descanso	18	48	80	140
29.-	Ro + Ra + Ra	Sorgo-Maíz	17	47	82	142
30.-	Ro + Ra + Ra	Sorgo-Sorgo	16	46	84	144
31.-	Ro + Ra + Ra + Sub. Senc. c/4 años	Maíz-Descanso	31	63	91	127
32.-	Ro + Ra + Ra + Sub. Senc. c/4 años	Maíz-Maíz	32	62	93	129
33.-	Ro + Ra + Ra + Sub. Senc. c/4 años	Maíz-Sorgo	33	61	95	131
34.-	Ro + Ra + Ra + Sub. Senc. c/4 años	Sorgo-Descanso	36	66	92	128
35.-	Ro + Ra + Ra + Sub. Senc. c/4 años	Sorgo-Maíz	35	65	94	130
36.-	Ro + Ra + Ra + Sub. Senc. c/4 años	Sorgo-Sorgo	34	64	96	132

I n d i c a :

Ra = rastra

Ro = rotura

Sub. Cruz. c/2 años = subsoleo cruzado cada dos años

Sub. Senc. c/4 años = subsoleo sencillo cada cuatro años.

\* = número de la unidad experimental.

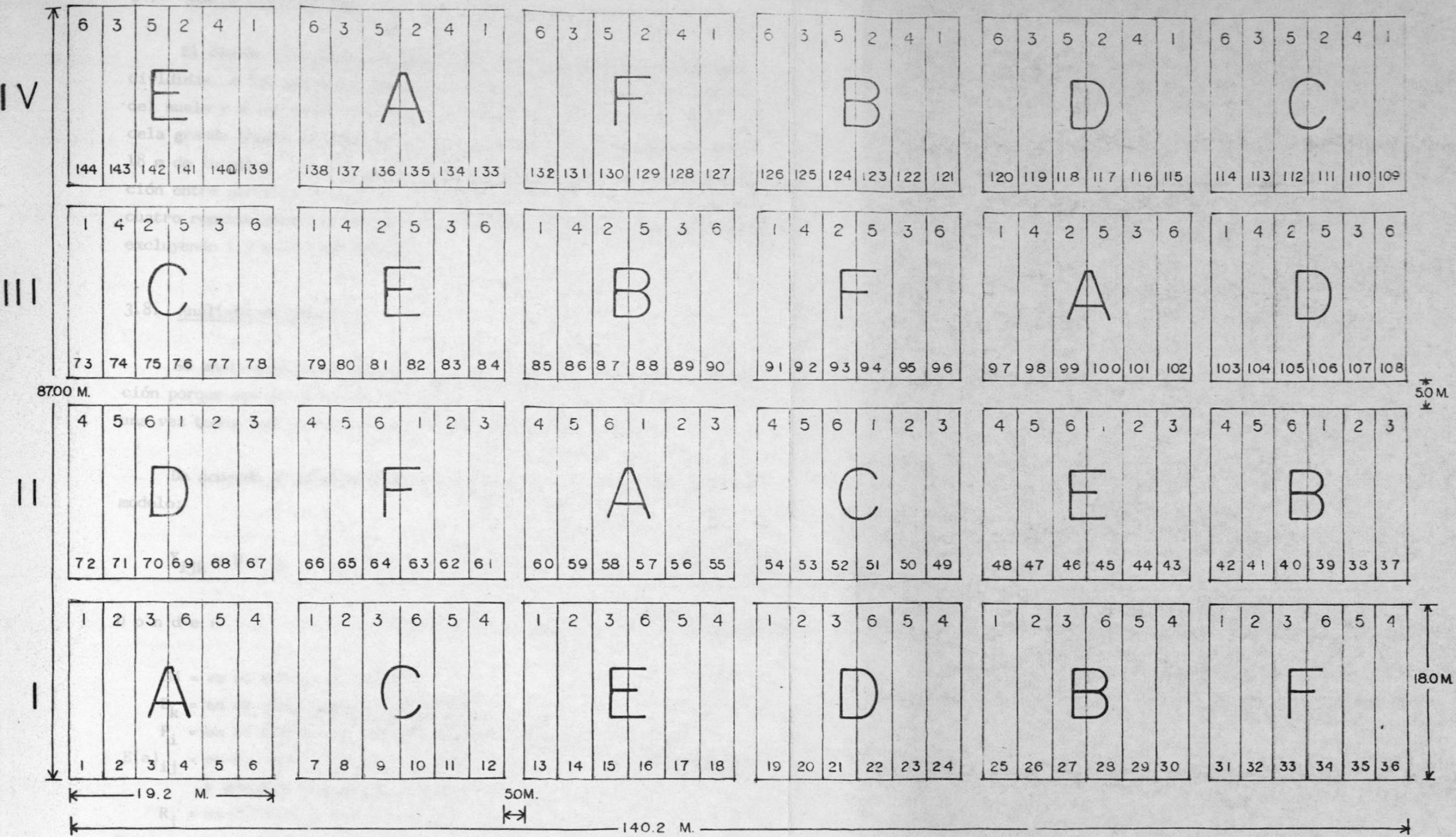
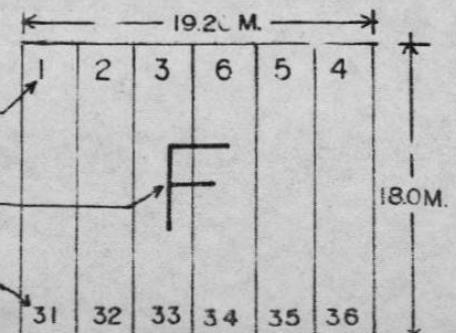


Figura 3. Plano de campo (área total del experimento = 12,197.4 M<sup>2</sup>).

PARCELA CHICA ( SISTEMAS DE ROTACION. )

PARCELA GRANDE ( MET DE LAB. DEL SUELO )

NUMERO DE UNIDAD EXPERIMENTAL



### 3.7. Diseño experimental

El diseño utilizado fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. A las parcelas grandes se asignaron los métodos de laboreo del suelo y a las parcelas chicas los sistemas de rotación. Cada parcela grande constó de seis parcelas chicas y éstas de cuatro surcos de 18 m de longitud con una separación entre ellos de 0.80 m, la separación entre parcelas grandes y repeticiones fue de 5 m; se utilizaron cuatro repeticiones. La parcela útil fueron los dos surcos centrales excluyendo 1.5 m en cada extremo.

### 3.8. Análisis estadístico

Se analizaron los datos de los primeros cuatro años de investigación porque era la cantidad necesaria para tener representados al menos una vez todos los niveles de métodos de laboreo del suelo.

De acuerdo al diseño estadístico empleado se generó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = M + B_k + P_i + E(a)_{ik} + R_j + (PR)_{ij} + E(b)_{ijk}$$

D o n d e :

- M = es el efecto de la media
- $B_k$  = es el efecto del k-ésimo bloque
- $P_i$  = es el efecto del i-ésimo método de laboreo del suelo
- $E(a)_{ij}$  = es el efecto del error debido a la interacción entre bloques y métodos de laboreo del suelo
- $R_j$  = es el efecto del j-ésimo sistema de rotación
- $(PR)_{ij}$  = es el efecto de la interacción entre los métodos de laboreo del suelo y los sistemas de rotación
- $E(b)_{ijk}$  = es el efecto del error residual.

La información se manejó bajo la siguiente metodología: se analizaron los primeros cuatro años de estudio a los cuales corresponden ocho ciclos agrícolas. La información proveniente de éstos se vació en cuadros para así obtener los valores promedios de rendimiento de grano (Kg/ha), estos cuadros aparecen en el apéndice, la información se ordenó y se promedió en forma separada de tal manera que, los cuadros 1 a, 2 a, 3 a y 4a del apéndice corresponden a la información de maíz y los 5 a, 6 a, 7 a y 8 a a la de sorgo.

Para mejor comprensión de lo que se indica obsérvese lo siguiente; en los niveles 1, 2, 3 y 5 de los sistemas de rotación se incluyó al maíz y en los niveles 3, 4, 5 y 6 al sorgo. Por ejemplo; la información correspondiente a maíz, (Cuadro 1 a del apéndice), en primer término aparecen los niveles que corresponden a los métodos de laboreo del suelo (A, B, C, D, E, F), en segundo término están los niveles correspondientes a los sistemas de rotación, que son; 1, 2, 3 y 5, en tercer término aparecen cada uno de los ciclos agrícolas (ocho en total), así como cada una de las repeticiones utilizadas (cuatro) y cada uno de los datos de rendimiento de grano (Kg/ha). Al final en la parte extrema derecha del cuadro, están las dos últimas columnas con las cuatro repeticiones cada una, en la primera se presentan las sumatorias de cada una de las repeticiones en cada uno de los ciclos y en la segunda aparecen los promedios obtenidos finalmente. De la misma manera se hizo para los datos de rendimiento del sorgo (cuadro 5 a, del Apéndice).

Una vez obtenidos los promedios que aparecen en los cuadros antes citados (1 a y 5 a del Apéndice) se procedió a efectuar los análisis de varianza, para ello, se concentró la información como aparece en los cuadros 2 a y 6 a del Apéndice para maíz y sorgo respectivamente, de aquí se obtuvieron finalmente los cuadros de doble entrada que son el 3 a para maíz y el 7 a para sorgo, ambos del Apéndice, en estos aparecen los promedios obtenidos de los diferentes métodos de preparación de terreno y de los sistemas de rotación, finalmente aparecen los análisis de varianza para maíz y sorgo respectivamente (cuadros 4a y 8a del Apéndice).

Después de realizados los análisis de varianza de acuerdo al diseño utilizado, se procedió a analizar cada uno de los sistemas de rotación (parcelas chicas) en función del ciclo agrícola, con la finalidad, de observar el comportamiento de éstos a través de los seis años de duración del presente estudio, el análisis de cada uno de los tratamientos fue bajo el diseño de bloques al azar, cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

D o n d e :

M = media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo ciclo agrícola (tratamiento)

$B_j$  = efecto de j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = error experimental para cada observación.

De acuerdo al manejo de la información, los ciclos se tomaron como tratamientos, la metodología para este tipo de análisis fue la siguiente; primeramente se separaron las especies (maíz y sorgo) respectivamente, después los ciclos (que en total fueron 12, seis O-I y seis P-V), y finalmente los tratamientos de métodos de laboreo del suelo, de tal forma que para maíz se hicieron 30 análisis de varianza y para sorgo otro tanto, que en total sumaron 60. Por ejemplo, en los tratamientos de sistemas de rotación con maíz y sorgo, en los ciclos O-I, el 1, 2 y 3 se siembran con maíz y en los P-V, el 3 y el 5, que al multiplicarse por cada uno de los métodos de laboreo del suelo suman 30, o sea que se realizaron análisis para cada uno de los niveles de rotación por cada uno de los métodos de laboreo del suelo, por consiguiente fueron 30 análisis para maíz y 30 para sorgo, en el cuadro 9 a, del Apéndice - se presentan las conclusiones de estos análisis.

La comparación de medias de rendimiento para los dos tipos de análisis realizados (parcelas divididas y bloques al azar), fue por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan.

### 3.9. Análisis económico

De acuerdo a los objetivos planteados, la finalidad del presente estudio es identificar el mejor método de laboreo del suelo sobre los diferentes sistemas de rotación, así como también el mejor sistema desde el punto de vista económico y productivo. Una vez identificados éstos (método y sistema) en términos de productividad de grano, se procederá a efectuar un análisis económico para identificar los mejores remunerativamente, para tal fin se cuenta con la información de costos de producción y precios de garantía de ambas especies (maíz y sorgo), los primeros fueron proporcionados por ANAGSA y los segundos por CONASUPO en Cd. Victoria, Tam., cabe mencionar que se cuenta con esta información desde el inicio hasta la terminación del presente estudio (ciclos P-V 78/78 al O-I 83/84), en el Cuadro 5 se presenta la relación de costos de producción y precios de garantía para maíz y sorgo y en el Cuadro 6 se presentan específicamente los costos de laboreo del suelo, del ciclo P-V 78/78 al O-I 81/82 (primeros cuatro años).

Cuadro 5. Costos de producción (\$/ha) y precios de garantía (\$/ton), de maíz y sorgo a partir del ciclo P-V 78/78 al O-I 83/84.

Ciclo agrícola	Costos de producción (\$/ha)		Precios de garantía (\$/ton)	
	MAÍZ	SORGO	MAÍZ	SORGO
P-V 78/78	2,435.00	2,780.00	2,900.00	2,030.00
O-I 78/79	2,580.00	2,780.00	2,900.00	2,030.00
P-V 79/79	3,160.00	2,780.00	2,900.00	2,030.00
O-I 79/80	3,500.00	2,915.00	3,200.00	2,030.00
P-V 80/80	4,890.00	2,890.00	3,480.00	2,335.00
O-I 80/81	5,793.00	6,543.00	4,450.00	3,200.00
P-V 81/81	5,679.00	6,306.00	5,000.00	3,200.00
O-I 81/82	8,479.00	9,271.00	6,550.00	3,930.00
P-V 82/82	7,817.00	9,518.00	6,550.00	3,930.00
O-I 82/83	15,865.00	15,790.56	8,850.00	5,200.00
P-V 83/83	14,178.00	16,120.00	8,850.00	5,200.00
O-I 83/84	43,504.00	37,774.56	16,000.00	15,500.00

Cuadro 6. Costos de labores de preparación del suelo (\$/ha) en los primeros cuatro años del estudio (ocho ciclos).

Ciclo agrícola	Costos de labores (\$/ha)		
	R a s t r a	R o t u r a	S u b s o l e o
P-V 78/78	125.00	250.00	417.00
O-I 78/79	125.00	250.00	417.00
P-V 79/79	125.00	250.00	417.00
O-I 79/80	150.00	350.00	563.00
P-V 80/80	150.00	350.00	583.00
O-I 80/81	270.00	500.00	834.00
P-V 81/81	270.00	500.00	834.00
O-I 81/82	400.00	900.00	1,500.00

Para la elaboración de los análisis económicos se siguieron dos procedimientos uno para lo concerniente a métodos de laboreo del suelo, y otro para sistemas de rotación.

### 3.9.1.- Análisis económico para métodos de laboreo del suelo.

Para este análisis se utilizaron los costos de laboreo (Cuadro 6) y se consideraron los primeros cuatro años de estudio, la información de rendimiento aparece en los Cuadros 3 a y 7 a del Apéndice, para maíz y sorgo respectivamente.

Se utilizó al tratamiento A (un paso de rastra) como testigo para establecer diferencias con el resto de los tratamientos y obtener la sobreproducción, esta se multiplicó por el precio de garantía del maíz y del sorgo (en el análisis de cada una de las especies). El retorno de capital, es el producto de dividir el ingreso neto entre el costo de la laboreo.

### 3.9.2.- Análisis económico para sistemas de rotación con maíz y sorgo.

Para el análisis económico del factor sistemas de rotación se utilizó la información de costos de producción y precios de garantía

(Cuadro 5), se analizó cada uno de los seis años de duración del presente estudio. La metodología empleada para estos análisis fue la siguiente: primeramente se resumió la información de rendimiento (Kg/ha) como se presenta en el Cuadro 10 a, del Apéndice para obtener los rendimientos promedios de cada una de las especies en cada uno de los ciclos, ya obtenidos éstos se procedió a efectuar un análisis para cada uno de los años en que se llevó a efecto el presente estudio, de tal forma que el número de análisis fue de seis.

El orden del manejo de la información para este tipo de análisis fue el siguiente: primeramente se presentan los tratamientos, donde se indica la especie que se sembró en cada ciclo, le sigue el rendimiento de cada una de las especies obtenido en cada uno de los ciclos, luego, el rendimiento de cada una de las especies es multiplicado por el precio de garantía y se obtiene así la utilidad bruta, éstas se suman y el resultado es el total en pesos, a este total se le restan los costos de producción (\$/ha), y el resultado final corresponde a la utilidad neta por hectárea.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados y discusión del estudio se presentarán de acuerdo al siguiente esquema: primeramente se discutirá lo correspondiente al factor métodos de laboreo del suelo, donde en primer término se enfocará el aspecto de productividad y posteriormente sobre la cuestión económica.

Después se abordará lo concerniente a los sistemas de rotación, la continuidad será semejante a la anterior.

### 4.1. Métodos de laboreo del suelo.

#### 4.1.1. Producción

El rendimiento de grano de maíz y de sorgo se analizaron separadamente bajo el diseño de parcelas divididas; dichos análisis aparecen en los cuadros 4a, y 8a, del apéndice respectivamente.

##### 4.1.1.1. Maíz

El análisis de varianza indica que no hay significancia para métodos de laboreo del suelo, lo cual significa que los tratamientos que se probaron fueron similares en cuanto a su efecto sobre el rendimiento de grano, lo anterior se puede constatar al observar el Cuadro 7, donde aparecen los rendimientos promedios de cada uno de los tratamientos, obtenidos a cuatro años de iniciado el presente estudio, en dicho cuadro se aprecia cierta homogeneidad en los rendimientos indicando esto que es indistinto que se prepare el suelo con labores profundas o superficiales (al menos en la región de Padilla, Tam.), incluso, se puede apreciar que hay tratamientos donde se han empleado más recursos y su rendimiento es similar a aquellos en los cuales se ha hecho menor inversión de tiempo, energía y costos.

Cuadro 7. Rendimientos promedios de maíz correspondientes a los diferentes métodos de laboreo del suelo probados.

	Rotura	R a s t r a	Rendimiento (Ton/ha.)
A.-	0	1	2.758
B.-	0	2	2.847
C.-	0	2 + Subsoleo cruzado cada 2 años	2.800
D.-	1	1	2.954
E.-	1	2	2.726
F.-	1	2 + Subsoleo sencillo cada 4 años	3.055

Los presentes resultados coinciden con los obtenidos por Halvorson y Hartman (1984) en Sidney Montana (E.U.A.) cuando probaron diferentes métodos de preparación de terreno y su efecto sobre el rendimiento y calidad de remolacha azucarera al no obtener diferencias significativas.

Así mismo, estos resultados coinciden con los obtenidos en Veracruz por Violic et al., (1982); cuando probaron los sistemas de cero y mínima labranza en maíz, obteniendo rendimientos de grano favorables. Dichos resultados coinciden en la medida de que; de acuerdo a los tratamientos probados en el presente estudio, el A y el B se les puede considerar como de laboreo mínimo ya que constan de uno y dos pasos de rastra respectivamente y los rendimientos promedios de éstos son favorables si se comparan con los que se obtuvieron con los demás tratamientos (C, D, E y F), los cuales requieren de labores profundas de rotura y subsoleo, que significa mayor inversión de tiempo y costos.

Por otro lado, los resultados presentados en el cuadro 7, contradicen lo obtenido por Moshin y Alan (1966) y Baver et al. (1956) citados por Gavande (1973), en la India y en Iowa (E.U.A.) respectivamente, al aseverar que los mayores rendimientos de algodónero y maíz se manifestaron cuando se prepara el terreno con arado.

También, Voorhees (1983) en Lamberton Minnesota (E.U.A.), López (1982) y Castillo (1984) en Marín, N. L. (México) indican que a medida que se laborea más el suelo se obtienen los mayores rendimientos en los cultivos con que ellos trabajaron, lo cual contradice a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Los rendimientos, obtenidos indican que es suficiente preparar el terreno superficialmente con uno o dos pasos de rastra para la siembra de maíz en la región de Padilla, Tamaulipas, lo cual coincide con lo que realiza el productor, según lo indicó Salazar et al., (1982) al mencionar que la preparación del terreno para la siembra de maíz en la región es superficial efectuada mediante pasos de rastra.

Esto posiblemente obedezca a lo siguiente; el tipo de suelo que predomina en la región es de textura media, además de presentar un buen drenaje, son suelos profundos (4 a 5 m. aproximadamente) y sin problemas de salinidad.

En cuanto a las conclusiones obtenidas de estudios similares al presente, la variación que existe en las conclusiones es debida a la gran variación de climas y suelos existentes, ya que estos factores, y las diferentes formas de preparar el suelo son determinantes en la toma de decisiones sobre este tópico.

#### 4.1.1.2. Sorgo

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 8a del apéndice) indican no significancia para métodos de laboreo del suelo, aunque sí se observa cierta pequeña tendencia de respuesta a los laboreos profundos, ya que en comparación con los rendimientos de maíz que fueron más homogéneos, el sorgo tiende a incrementar su rendimiento a medida que se laborea más el suelo, aunque en pequeña proporción. En el Cuadro 8 se presentan los tratamientos estudiados y los rendimientos correspondientes a cada uno de ellos.

Cuadro 8. Rendimientos promedios de sorgo correspondientes a los diferentes métodos de laboreo del suelo probados.

Rotura	R a s t r a	Rendimiento (Ton/ha.)
A.-	0 1	3.937
B.-	0 2	3.928
C.-	0 2 + Subsoleo cruzado cada 2 años	4.123
D.-	1 1	4.256
E.-	1 2	4.334
F.-	1 2 + Subsoleo sencillo cada 4 años	4.328

En los rendimientos presentados en el Cuadro 8, se observa cierta tendencia de respuesta a los laboreos profundos como lo son el subsoleo y la rotura; la diferencia entre el mayor y menor rendimiento fue de 406 Kg lo cual no se considera un incremento sustancial debido a que no es redituable la inversión de tiempo, energía y costos, significando pérdida para el productor.

Esta leve tendencia de respuesta a los laboreos profundos presentada por el sorgo posiblemente obedezca a que este cultivo requiere de una mayor cantidad de nitrógeno y aereación en el suelo, ya que al practicarse la labranza profunda hay incremento de estos elementos, debido a que al remover la capa arable de suelo con el arado y el subsoleador se presentan las condiciones adecuadas para la penetración en el suelo de nitrógeno y aire.

Por otro lado, el sistema radicular del sorgo y el de maíz es diferente ya que el primero es más ramificado y profundiza más que el segundo, por tal motivo requiere de labores de rotura y subsoleo para manifestar mejores rendimientos de acuerdo al tipo de clima y suelo de la región donde concluyó este estudio, esto puede resultar contrario a lo que señaló Candanosa (1978), al aseverar que en un suelo de clima árido-seco se incrementan las pérdidas de humedad y nutrientes si se practican labores profundas, en particular subsoleo.

Aunque estadísticamente no se detectó significancia en los rendimientos obtenidos, se juzga pertinente que un paso de rotura y uno de rastra (tratamiento D) es el método de laboreo del suelo adecuado para la siembra de sorgo en la región donde se llevó a efecto este estudio, debido a lo siguiente; como se puede observar en el Cuadro 8, al practicarse labores profundas de subsoleo y rotura los rendimientos tienden a incrementarse, además de evitar cierta compactación en el suelo, también al practicarse la rotura se controlan ciertas malezas de tipo perenne que pueden presentarse y al no eliminarse mediante esta labor, irán proliferando rápidamente que posteriormente sería un problema de consideración.

Además, tanto para la siembra de maíz como de sorgo, es menester tomar en cuenta el momento en que se prepara el terreno; según comentarios de algunos productores de la región, así como lo señalado por Eckert (1984), coinciden al afirmar que las labores primarias concier-nientes a la preparación del terreno no tienen un efecto completo en el desarrollo y rendimiento de los cultivos, sino más bien lo que puede influir es el momento en que se realizan las actividades, ya que debe existir un momento óptimo para llevarse a cabo.

#### 4.1.2. Análisis económico

Con la información de costos de labores de preparación del suelo presentados en el Cuadro 6 y los precios de garantía de maíz y sorgo en el Cuadro 5, se efectuaron los análisis económicos para identificar el mejor método de laboreo del suelo, desde el punto de vista de máxima ganancia.

##### 4.1.2.1. Maíz

En el Cuadro 9 se presenta el análisis económico para la identificación del mejor método de laboreo del suelo en términos de máxima ganancia.

Cuadro 9. Análisis económico del promedio de cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo (rendimientos de grano - Ton/ha, de maíz).

Tratamientos	R a s t r a		Ton/ha	Sobre Prod. Ton/ha	Ingreso neto \$/ha.	Costo labor \$/ha.	Retorno de capital (\$) tal (\$)	Ganancia neta (\$) ta (\$)
	Rotura							
A.-	0	1	2.758					
B.-	0	2	2.847	0.089	349	404	0.86	-0.14
C.-	0	2 + S.C. c/2 A.*	2.800	0.042	165	654	0.25	-0.75
D.-	1	1	2.954	0.196	769	621	1.24	0.24
E.-	1	2	2.726	-0.032	-126	823	-0.15	-1.15
F.-	1	2 + S.S. c/4 A.**	3.055	0.297	1,165	875	1.33	0.33

Las tasas de intereses de inversiones a plazos en México, oscila entre un 90 a un 95%, de tal forma; que si se invierte un peso a un plazo fijo de cinco meses, la ganancia neta debe de ser de 40 a 45 centavos por cada peso invertido.\*\*\*

Según los resultados obtenidos que se presentan en el Cuadro 9, se observa que ninguno de los métodos de laboreo del suelo estudiados y transformando su rendimiento en ganancia neta arroja ganancias óptimas de 40 centavos, mucho menos de 45, la mayor fue de 33, que no se considera redituable económicamente. Por otra parte el tratamiento que promueve esta cantidad (tratamiento F) es uno de los que están compuestos por el mayor número de laboreos, que aparte de implicar un costo no redituable, requiere de mayor inversión de tiempo y energía.

\*.- = Subsoleo cruzado cada dos años.

\*\*.- = Subsoleo sencillo cada cuatro años.

\*\*\*.- Comunicación personal obtenida en los Bancos: MULTIBANCO COMERMEX, CONFIA, BANORO e INTERNACIONAL, en Cd. Victoria, Tam. Octubre de 1986.

La ganancia neta que ocupa el segundo lugar, es de 24 centavos por cada peso invertido y se obtuvo con el tratamiento D, el cual comprende un paso de arado y otro de rastra.

De acuerdo a estos resultados y los obtenidos en el análisis de varianza sobre la no significancia, económicamente un paso de rastra (tratamiento A) es lo más adecuado para la siembra de maíz en la región donde se estableció el presente estudio.

#### 4.1.2.2. Sorgo

Al igual que en el caso del maíz, se realizó un análisis económico para sorgo con la finalidad de identificar al mejor método de laboreo del suelo desde el punto de vista de máxima ganancia, el cual aparece en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis económico del promedio de cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo (rendimiento de grano - Ton/ha de sorgo).

Tratamientos	R a s t r a		Ton/ha	Sobre Prod. Ton/ha	Ingreso bruto - \$/ha	Costo labor \$/ha	Retorno de capital (\$)	Ganancia neta (\$)
A.-	0	1	3.937					
B.-	0	2	3.928	0.131	340	404	0.84	-0.16
C.-	0	2 + S.C. c/2 A.	4.123	0.326	837	654	1.30	0.30
D.-	1	1	4.256	0.459	1,192	621	1.92	0.92
E.-	1	2	4.334	0.537	1,395	823	1.70	0.70
F.-	1	2 + S.S. c/4 A.	4.328	0.531	1,380	875	1.58	0.58

El sorgo fue el cultivo que presentó cierta tendencia de respuesta a los diferentes métodos de laboreo del suelo, esto se observó productivamente, ahora, en términos económicos se observa que hay mejores

ganancias (según el Cuadro 10) comparadas con las obtenidas con maíz, siguiendo el mismo razonamiento empleado en el análisis del maíz, al considerar que la ganancia neta redituable debe ser de 40 a 45 centavos por cada peso invertido se observa lo siguiente; en el Cuadro 10 se observa que la mayor ganancia neta es de 92 centavos por cada peso invertido, y se manifiesta con el tratamiento D, que consta de; un paso de rotura más uno de rastra. Esta cantidad rebasa lo indicado en un principio sobre lo que se debe percibir por cada peso invertido, por tal motivo económicamente es considerado como el mejor método de laboreo del suelo para la siembra de sorgo en la región.

Es conveniente considerar que estos resultados (Análisis económicos sobre métodos de laboreo del suelo y su efecto en el rendimiento de grano de maíz y sorgo) pueden no ser el indicador más correcto, dada la no significancia para rendimiento en métodos de laboreo.

## 4.2. Sistemas de rotación con maíz y sorgo

Siguiendo el esquema planteado al inicio de este apartado, los resultados y su discusión se refieren primeramente al aspecto de productividad de grano y posteriormente al económico.

### 4.2.1. Producción

Los análisis de varianza, Cuadros 4a y 8a del apéndice de maíz y sorgo respectivamente, indican diferencias altamente significativas para sistemas de rotación con maíz y sorgo, debido a que ambos análisis fueron hechos separadamente, se discutirá lo referente a maíz y después lo referente al sorgo.

#### 4.2.1.1. Maíz

Una vez efectuada la comparación de medias de rendimiento por medio del método de Duncan (página 64 del apéndice), este indicó que con el tratamiento 5, consistente en la siembra de sorgo en el ciclo otoño-invierno y maíz en el primavera-verano, se obtuvo el mayor rendimiento promedio de maíz con 3.108 Ton/ha en comparación con el más bajo que fue de 2.611 obtenido con la siembra de maíz en otoño-invierno y sorgo en primavera-verano, existe una diferencia de 497 Kg/ha, quizás estos incrementos de rendimientos presentados en maíz al sembrarse en el ciclo primavera-verano, se deban a que éste cultivo requiere de temperaturas más altas ya que éstas regularmente se presentan en la región durante este ciclo.

Por otro lado, cabe mencionar que la variedad utilizada (ratón - M) comparándola con otras que se siembran en la región, se ha observado que manifiesta los mayores rendimientos de grano cuando es sembrada en el ciclo primavera-verano, esto se observó durante el transcurso del presente estudio.

Debido a lo indicado anteriormente se puede afirmar que; en este ciclo el maíz encuentra condiciones climáticas favorables y por otro lado el potencial genético de este material para manifestar su mayor producción en este ciclo, ya que en el otoño-invierno no se comporta igual en cuanto a su rendimiento.

#### 4.2.1.2. Sorgo

Al realizar la prueba de comparación de medias de rendimiento mediante el método de Duncan (página 69 del apéndice) ésta indicó que los mejores tratamientos fueron el 4 y el 5, el primero corresponde a la siembra de sorgo en otoño-invierno y descanso en primavera-verano con un rendimiento promedio de 4.725 Ton/ha y el segundo corresponde a la siembra de sorgo en otoño-invierno y maíz en primavera-verano con un rendimiento promedio de 4.718 Ton/ha. Esto posiblemente obedezca a que el sorgo sembrado en el ciclo otoño-invierno (ciclo temprano) encuentra condiciones ambientales, más adecuadas aparte de las condiciones ambientales propicias que quizás sea el motivo de su mayor rendimiento, en este ciclo es cuando existe una menor incidencia de plagas en particular mosquita (Contarinia sorghicola (Coquillet)) y cogollero (Spodóptera frugiperda J. E. Smit) principalmente debido a las bajas temperaturas.\*

Además, según experiencias de los productores de la región y algunos trabajos sobre productividad en sorgo realizados por Aguilar (1980), indican que los mejores rendimientos de sorgo se obtienen sembrándolo en el ciclo otoño-invierno, lo cual coincide con los presentes resultados.

Por otro lado, después de haber analizado la información correspondiente a sistemas de rotación con maíz y sorgo y haber obtenido esa alta significancia a los primeros cuatro años, y además de haber identificado los mejores tratamientos, se procedió a realizar una serie de análisis de varianza (60 en total) mediante bloques al azar, con la finalidad de observar el comportamiento de los tratamientos de sistemas de rotación en función del tiempo, tomándose en cuenta los seis años de

---

\*) Comunicación personal de algunos productores del Ejido "El Tablero", del municipio de Padilla, Tam.

duración del presente estudio, en esta serie de análisis se obtuvo alta significancia para ciclos (según los tratamientos, ya que así se maneja ron), las conclusiones de estos análisis se presentan en el Cuadro 9a - del apéndice.

De acuerdo a este manejo de información se concluyó que, en los primeros tres y cuatro ciclos de iniciado el presente estudio se manifestaron los mayores rendimientos tanto de maíz como de sorgo, y muy en especial este último, que manifestó rendimientos muy altos cuyo promedio fue de 7.018 Ton/ha., posteriormente el rendimiento de ambas especies fue disminuyendo paulatinamente en un 6.6 y 7.4% aproximadamente. Posiblemente esto obedeció a que cuando se principió este estudio, el terreno estaba recién abierto a la agricultura y como nunca se aplicó ninguna dosis de fertilización, quizás ya requería de este insumo debido a que; como se estuvo sembrando ciclo tras ciclo ininterrumpidamente, tal vez se fueron agotando los nutrimentos existentes en el suelo, manifestándose por esto esa disminución en el rendimiento.

#### 4.2.2. Análisis económico

Si se observan los tratamientos de sistemas de rotación con maíz y sorgo que se presentan en el Cuadro 3, se observa que cada uno de ellos está formado por las dos especies, por tal motivo en este tipo de análisis no se hará la discusión de resultados separadamente (primero para una especie y posteriormente para la otra) como se ha venido haciendo en este apartado, además, para que se cumpla lo estipulado en cada uno de estos tratamientos, se tiene que completar un año de investigación, debido a que en cada uno de éstos están involucrados los dos ciclos agrícolas (el O-I y el P-V). Para identificar el mejor sistema de rotación económicamente, se analizó cada uno de los años de duración del presente estudio que en total fueron seis.

En los siguientes cuadros (11, 12, 13, 14, 15 y 16) se presentan cada uno de estos análisis, para su elaboración se utilizó la información de costos de producción y precios de garantía de maíz y sorgo que se presentan en el Cuadro 5, los datos de rendimiento para cada uno de estos análisis fueron promediados como aparece en el Cuadro 10 a, del apéndice.

Cuadro 11. Análisis económico del primer año de estudio sobre sistemas de rotación con maíz y sorgo (ciclos; P-V 78/78 y 0-I 78/79)

Rotaciones	Grano		Utilidad		Total	Costo de labor	Utilidad neta		
	0-I	P-V	(ton/ha)	bruta (\$)				bruta (\$)	bruta (\$)
			0-I	P-V			(\$/ha.).		
1.- Maíz Descanso			2.758		7,998	7,998	2,580	5,418	
2.- Maíz Maíz			2.677	3.350	7,763	9,715	17,478	5,015	12,463
3.- Maíz Sorgo			2.703	3.181	7,839	6,457	14,296	5,360	8,937
4.- Sorgo Descanso			6.788		3,780	1,380	2,780		-1,402
5.- Sorgo Maíz			6.954	3.297	14,117	9,561	23,678	5,215	18,463
6.- Sorgo Sorgo			7.148	3.270	14,510	6,638	21,148	5,560	15,588

Cuadro 12. Análisis económico del segundo año de estudio sobre sistemas de rotación con maíz y sorgo (ciclos; P-V 79/79 y O-I 79/80)

Rotaciones		Grano		Utilidad		Total	Costo de	Utilidad ne
O-I	P-V	(ton/ha)		bruta (\$)				
		O-I	P-V	O-I	P-V	(\$)	(\$/ha.)	
1.- Maíz	Descanso	3.245		11,293		11,293	3,500	7.793
2.- Maíz	Maíz	3.119	3.108	10,854	9,946	20,800	6,660	14,140
3.- Maíz	Sorgo	3.111	3.504	10,826	7,113	17,939	6,280	11,659
4.- Sorgo	Descanso	5.720		13,356		13,356	2,915	10,441
5.- Sorgo	Maíz	5.826	3.201	13,604	10,243	23,847	6,075	17,772
6.- Sorgo	Sorgo	5.744	3.422	13,412	6,947	20,359	5,695	14,664

Cuadro 13. Análisis económico del tercer año de estudio sobre sistemas de rotación con maíz y sorgo (ciclos; P-V 80/80 y O-I 80/81)

Rotaciones		Grano		Utilidad		Total	Costo de	Utilidad ne
O-I	P-V	(ton/ha)		bruta (\$)				
		O-I	P-V	O-I	P-V	(\$)	(\$/ha.)	
1.- Maíz	Descanso	2.617		13,085		13,085	4,890	8,195
2.- Maíz	Maíz	2.198	2.978	10,990	13,252	24,242	10,683	13,559
3.- Maíz	Sorgo	2.140	3.136	10,700	10,035	20,735	11,683	9,052
4.- Sorgo	Descanso	2.934		9,389		9,389	6,543	2,846
5.- Sorgo	Maíz	2.908	3.088	9,306	13,724	23,048	11,433	11,615
6.- Sorgo	Sorgo	2.689	3.064	8,605	9,805	18,410	12,433	5,977

Cuadro 14. Análisis económico del cuarto año de estudio sobre sistemas de rotación con maíz y sorgo (ciclos; P-V 81/81 y O-I 81/82)

Rotaciones		Grano		Utilidad		Total	Costo de	Utilidad ne
O-I	P-V	(ton/ha)		bruta (\$)				
		O-I	P-V	O-I	P-V	(\$)	(\$/ha.)	
1.- Maíz	Descanso	2.664		17,449		17,449	8,479	8,970
2.- Maíz	Maíz	2.760	2.842	18,078	18,615	36,693	14,158	22,535
3.- Maíz	Sorgo	2.491	2.952	16,316	11,601	27,917	14,785	13,132
4.- Sorgo	Descanso	3.290		12,930		12,930	9,271	3,659
5.- Sorgo	Maíz	3.166	2.844	12,443	18,628	31,071	14,950	16,121
6.- Sorgo	Sorgo	3.522	2.886	13,841	11,342	25,183	15,577	9,606

Cuadro 15. Análisis económico del quinto año de estudio sobre sistemas de rotación con maíz y sorgo (ciclos; P-V 82/82 y O-I 82/83)

Rotaciones	Grano		Utilidad		Total	Costo de	Utilidad ne		
	O-I	P-V	(ton/ha)	bruta (\$)				(\$)	labor
			O-I	P-V					
1.- Maíz Descanso			1.206		10,607	10,673	15,865	-5,192	
2.- Maíz Maíz			1.155	2.455	10,222	21,727	31,949	23,682	8,267
3.- Maíz Sorgo			1.080	3.040	9,558	15,808	25,366	25,383	-0,017
4.- Sorgo Descanso			1.655		8,606		8,606	15,791	-7,185
5.- Sorgo Maíz			1.576	2.225	8,195	19,691	27,886	23,608	4,278
6.- Sorgo Sorgo			1.526	2.899	7,935	15,075	23,010	23,309	-0,299

Cuadro 16. Análisis económico del sexto año de estudio sobre sistemas de rotación con maíz y sorgo (ciclos; P-V 83/83 y O-I 83/84)

Rotaciones	Grano		Utilidad		Total	Costo de	Utilidad ne		
	O-I	P-V	(ton/ha)	bruta (\$)				(\$)	labor
			O-I	P-V					
1.- Maíz Descanso			1.540		29,568	29,568	43,505	-13,937	
2.- Maíz Maíz			1.526	2.330	29,299	37,280	66,579	57,683	8,896
3.- Maíz Sorgo			1.465	2.906	28,128	30,513	58,641	59,625	-984
4.- Sorgo Descanso			2.164		27,050		27,050	37,775	-10,725
5.- Sorgo Maíz			2.088	2.254	26,100	36,064	62,164	51,953	10,211
6.- Sorgo Sorgo			2.071	2.814	25,888	29,547	55,435	53,895	1,540

Los análisis económicos presentados en los Cuadros 11, 12, 13, 14, 15 y 16 correspondientes a cada uno de los años de estudio indican que; durante el primero y segundo año de estudio (Cuadros 11 y 12), económicamente el mejor tratamiento fue el 5 que corresponde a la siembra de sorgo en otoño-invierno y maíz en primavera-verano con la utilidad neta de \$ 18,463 y \$ 17,772 por hectárea. El motivo de estos resultados es debido a que; aunque el maíz es mejor pagado que el sorgo, este último manifestó muy altos rendimientos comparados con los de maíz, durante los dos primeros años de estudio, significando esto una mayor utilidad neta.

Posteriormente, durante el tercero, cuarto y quinto año de estudio (Cuadros: 13, 14 y 5), el mejor tratamiento fue el 2, correspondiente a la siembra de maíz en ambos ciclos, con una utilidad neta por hectárea de \$ 13,559 en el tercer año, \$ 22,535 en el cuarto año y \$ 8,267 en el quinto año, esto se debió a que en el rendimiento de ambos cultivos se observó cierta homogenización y debido al mayor costo del maíz se obtuvieron estos resultados. Finalmente en el sexto año (Cuadro 16), nuevamente el tratamiento 5 fue económicamente el mejor con una utilidad neta de \$ 10,211 por hectárea, esto obedece a lo siguiente; desde el inicio del estudio, se ha observado que la variedad de maíz Ratón-M manifiesta su mayor rendimiento en los ciclos P-V, y a seis años de estudio se corrobora esto al observar los rendimientos que aparecen en el Cuadro 16, dichos rendimientos, en particular los de sorgo si se comparan con los obtenidos durante el primero y segundo año de estudio (Cuadros 11 y 12) indican una gran diferencia ya que en los primeros 1 y 2 años fueron muy altos, por tal motivo se obtuvieron las mayores utilidades netas en ese entonces, ahora, a seis años surge una situación contraria al obtenerse la mayor utilidad neta con el mismo sistema de rotación (la siembra de sorgo en O-I y maíz en P-V) pero propiciada por la mayor producción de maíz.

## V. CONCLUSIONES

### 5.1. Métodos de laboreo del suelo

De acuerdo a lo obtenido del presente estudio, se concluye lo siguiente:

- Considerando el rendimiento de grano del maíz es indistinto labrar el suelo con labores profundas o superficiales, por tal motivo se rechaza la hipótesis de que el método de preparación del suelo tiene efecto o modifica el rendimiento de los cultivos.
- Por otro lado, no se rechaza que económicamente la mayor preparación de terreno no es la más costeable.
- En sorgo se presentó cierta tendencia de incremento de rendimiento cuando se practicaron labores profundas, aunque no fueron significativas.
- La ganancia neta en maíz no fue redituable sin embargo en sorgo sí.

### 5.2. Sistemas de rotación con maíz y sorgo

- En producción los mayores rendimientos de maíz se obtuvieron cuando se siembra sorgo en el ciclo otoño-invierno y maíz en el primavera-verano.
- Los mayores rendimientos de sorgo se obtuvieron cuando se siembra éste en otoño-invierno y maíz en primavera-verano o bien que quede en descanso este ciclo.
- La variedad de maíz ratón-M manifestó su mayor rendimiento cuando se siembra en el ciclo primavera-verano.

- Los mayores rendimientos de maíz y sorgo se manifestaron al inicio del estudio, posteriormente fueron disminuyendo.
  
- Los sistemas de rotación maíz-descanso y sorgo-descanso, económicamente fueron los más bajos, por tal motivo no se rechaza que; la forma de uso intensiva del suelo es más costeable que la no intensiva.
  
- Económicamente las mejores rotaciones fueron; la siembra de maíz en ambos ciclos (otoño-invierno y primavera-verano) y la siembra de sorgo en otoño-invierno y maíz en primavera-verano.
  
- Durante los dos primeros años de estudio, se rechaza que la mayor rentabilidad se propicia con las rotaciones maíz-maíz o maíz-sorgo y que las menores rentabilidades son obtenidas con las rotaciones sorgo - maíz o sorgo-sorgo. Durante el tercero, cuarto y quinto año de estudio, no se rechaza que; la mayor rentabilidad se propicia con las rotaciones maíz-maíz o maíz-sorgo y que las menores rentabilidades son obtenidas con las rotaciones sorgo-maíz o sorgo-sorgo. Finalmente, en el sexto año los resultados fueron similares a lo que se obtuvo en los dos primeros años.

## VI. SUGERENCIAS

- 1.- Realizar este tipo de estudios en otros grupos texturales de suelo
- 2.- Medir otros parámetros tales como: densidad aparente, contenido de nutrientes, etc.
- 3.- Involucrar a otras especies en la rotación de cultivos, tales como: leguminosas y pastos.
- 4.- Estudiar el efecto de la oportunidad de laboreo
- 5.- Estudiar la interacción entre tipo de suelo y humedad por efecto de la labranza.
- 6.- Incluir al insumo fertilizante.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Anderson, S. H. and Cassel, D. K. 1984. Effect of soil variability on response to tillage of atlantic coastal plain ultisol. *Soil Sci.* 48 (6): 1411.
- Andrade E., F.; Anaya G., M. y Santos T., A. 1973. Influencia del "aporte" bajo diferentes métodos de labranza sobre el rendimiento de maíz para forraje. *Agrociencia.* 7 : 106-116.
- Aguilar G., R. 1980. Plan regional de investigación. Campo Agrícola Experimental "Las Adjuntas" (CAELAD-CIAGON-INTA-SARH). (Condensado informativo de circulación interna). pp. 20-28.
- Bowen, E. J. y Kratky, A.B. 1980. Labranza reducida. Condensado informativo. Instituto de Agricultura Tropical de Hawaii. pp. 20-26.
- Candanosa S., E. 1978. Estudio sobre diferentes preparaciones de terreno en el centro de Tamaulipas. Seminario de Investigación II. Facultad de Agronomía-Victoria. U.A.T. Cd. Victoria, Tam. Méx. pp. 15.
- Castillo F., C. 1984. Captación y retención de humedad del suelo mediante sistemas de labranza en avena (Avena sativa L.). Tesis profesional. Facultad de Agronomía. U.A.N.L. Marín, N.L. Méx. pp. 25-30.
- Diel, R.A. y Box, J. M. 1978. *Fitotecnia general*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. pp. 161-162.
- Doren Van, D.M.; Jr. Moldenhaver, W.C. y Triplett, G.B. Jr. 1984. Influence of long-term tillage and rotation on water erosion. *Soil Sci.* 48 (3) : 637-639.
- Eckert, D.J. 1984. Tillage system X planting date interactions in crop production. *Agron. J.* 76 (5) : 580-582.

VIII. A P E N D I C E

- Evert, F.E. 1978. Exploración en la agricultura. Editorial Continental, S.A. México-España pp. 49.
- Flores M., S. 1982. Determinación de la constante térmica para el cultivo de cártamo (Carthamus tinctorius L.) en función a ocho fechas de siembra en la zona centro del Estado de Tamaulipas. Tesis profesional. Facultad de Agronomía-Victoria, U.A.T. Cd. Victoria, Tam. Méx. pp. 4-10
- García R., B.; Aguilar G., R. y Garza de la C., M. 1985. Llera III-M y ratón -M variedades de maíz para el centro de Tamaulipas. Folleto técnico No. 6. Campo Agrícola Experimental "Las Adjuntas" - - CAELAD-CIAGON-INIA-SARH. Abasolo, Tam. Méx. 7 p.
- Gavande, A.S. 1973. Física de suelos principios y aplicaciones. Editorial Limusa-Wiley, S.A. Méx. pp. 258-259.
- Guía para la asistencia técnica. Area de influencia del campo agrícola experimental Las Adjuntas, 1984. CAELAD-CIAGON-INIA-SARH. Abasolo, Tam. Méx. pp. 15-31.
- Halvorson, A. D. y Hartman, G. P. 1982. Reduced Seedbed tillage effects on irrigated sugarbeet yield and quality. Agron. J. 76 (7): 603-606.
- Jones, J. N. Jr.; Moody J. E. y Lillard, J. M. 1969. Effects on tillage on tillage and mulch on soil water and plant growth. Agron. J. - 61 (5) : 719.
- Lal, R. 1975. Role of mulching techniques in tropical soil and water management. Ibadan, Nigeria. IITA, tech. Bull. No. 1 38 p.
- León de, C, 1978. Enfermedades del maíz, guía para su identificación en el campo. Programa de Maíz. CIMMYT. El Batán, Méx. 92 p.

- López L., A. 1982. Estudio de la cosecha de agua de lluvia en el perfil del suelo, mediante sistemas de labranza, en el cultivo de cártamo, en el Municipio de Marín, N. L. Tesis profesional. Facultad de Agronomía. U.A.N.L. Marín, N. L.- Méx. pp. 25-30.
- Méndez A., M. 1978, Normas para escribir artículos científicos agrícolas, INIA-SARH. Méx. PP. 25-40.
- Moreno A., R. 1979 A. Algunos criterios para evaluar sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba Costa Rica pp. 3-6.
- \_\_\_\_\_ 1979 B. Algunos sistemas de producción de cultivos anuales de pequeños agricultores en el Istmo centroamericano. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba Costa Rica. pp. 2-5.
- Phillups, S. W. y Young, H. M. 1979. Agricultura sin laboreo (cero labranza) Trad. por Enrique Marchesi. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo Uruguay, pp. 20-26.
- Ponce S., O.; Zárate de L. G. y Tah I., J. F. 1981. Efecto de tres métodos de labranza con diferentes niveles de fertilización N-P-K en dos variedades de triticale sp. bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Chapingo 7:4-8.
- Powers, D. H. y Skidmore E. L. 1984. Soil structure as influenced by simulted tillage. Soil Sci. 48 (6) : 883-884.
- Robinson, L. R. y Fenster, C. R. 1968. Influenced of tillage practices on sunflower (Carthamus tinctorius L.) yelds. Agron J. 60 (1) : 53-55.

- Salazar T., E.; Aguilar G., R.; García R., B. 1982. Informe del Programa Sistemas Agrícolas de Producción (circulación interna). Campo Agrícola Experimental Las Adjuntas CAELAD-CIAGON-INIA- SARH. Absolo, Tam. Méx. pp. 152.
- Sifuentes J., A. 1978. Guía de recomendaciones para el control de plagas agrícolas en México. Folleto de divulgación No. 51. INIA- -- SARH. Méx. pp. 27
- Sher, G. M.; Moschler, W. W. y Lillard, S. H. 1968. The no tillage system for corn. Agron. J. 60 (1) : 17.
- Thome, D. W. y Peterson, H. B. 1975. Técnicas del riego (fertilidad) y exploración en los suelos. Editorial C.E.C.S.A. México pp. 292 - 293.
- Triplett, G. B.; Doren Jr. D. M. y Schmidt, B. C. 1968. Effect of corn (Zea mais L.) Stover mulch on no-tillage corn yield and infiltration. Agron. J. 60 (2) : 237-238.
- Unger, W. P. and McCalla, T. M. 1981. Conservation tillage systems Adv. in Agron. Soil Sci. 48 (4) : 89-90.
- Violic, A. D., Kocher, F.; Palmer A. F. E. y Nibe, T. 1982. Experimentación sobre labranza cero en maíz en la región Costera del norte de Veracruz. Trabajo presentado en el I Simposium sobre Cultivos Múltiples de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas (ALCA) Chapingo, Méx. pp. 23-24.
- Voorhees, W, B. 1983. Relative effectiveness of tillage and natural forces in alleviating wheel-induced. Soil compactation. Soil Sci. 47 (1) : 133.
- Wilson, K. H. y Richer, A. C. 1969. Producción de cosechas. Trad. por José L. de la Loma. Editorial C.E.C.S.A. Méx. pp. 144-151.

Cuadro 1a. Concentración de datos de rendimiento de grano kg/ha de maíz (primeros cuatro años de estudio)

MET. DE LABOREO	SIST. DE ROTACION	CICLO 1 P-V 78/78				CICLO 2 O-I 78/79				CICLO 3 P-V 79/79				CICLO 4 O-I 79-80				CICLO 5 P-V 80/80				CICLO 6 O-I 80/81				CICLO 7 P-V 81/81				CICLO 8 O-I 81/82				SUMATORIAS KG. / HA.				MEDIAS			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV																																
A	1					2367	2893	3180	3180					3886	3010	3236	3267					2173	2706	2217	2606					2809	3113	2924	2248	11235	11722	11637	11301	2809	2931	2884	2825
	2	3860	2899	2855	3152	2368	2893	3220	1642	3394	3716	3072	2294	3267	2905	3710	3120	2994	2442	2824	3216	2137	2344	1802	1839	2301	2788	2800	2630	2431	3051	2068	2312	22788	23400	22768	20977	2849	2925	2846	2622
	3					2369	2892	2884	1687					2574	3192	3222	3016					1679	2626	2115	1783					2183	2934	2025	1015	8805	11644	10244	7501	2201	2911	2561	1875
	5	2793	3592	3209	3211					3405	3832	3013	2312					3277	2577	2813	2871					2520	2966	2508	2665					11995	12967	11543	11059	2999	3242	2886	2765
B	1					2920	2555	3653	1760					2961	3290	3558	2493					2721	2202	2969	1807					2473	2693	3225	2658	11075	10740	13405	8718	2769	2685	3351	2180
	2	2962	3433	3380	3502	2921	2554	3251	2586	3315	3893	2591	1035	2727	2731	3456	3061	3280	2808	2830	2981	1881	2330	1982	1190	2734	2980	2919	3631	2266	2583	2697	2980	22086	23312	23106	20946	2761	2914	2888	2618
	3					2923	2553	3038	3450					2898	3027	3549	3254					2423	2030	2420	1696					2521	2067	2476	2842	10785	9677	11483	11242	2691	2419	2671	2811
	5	2908	4041	3313	3530					2923	3667	3621	1333					3326	3334	2821	2732					2935	3393	3477	3004					12092	14435	13232	10599	3023	3609	3308	2650
C	1					2814	2959	2889	2709					3538	3692	3504	3306					2982	2205	3070	1876					2222	3328	2652	1517	11556	12184	11795	9408	2889	3046	2949	2352
	2	3198	3419	2587	3006	2816	2959	1871	2789	4068	3683	2189	3082	3190	3106	2864	3040	3182	2789	3267	2777	2305	2269	2290	1993	3003	2826	2883	2819	2858	2831	2898	2181	24620	23862	20649	21687	3078	2983	2581	2711
	3					2818	2958	2864	2296					3386	3403	3362	3110					2639	1884	2130	1595					2272	3331	1559	2930	11115	11576	9915	9931	2779	2894	2479	2483
	5	2881	2980	2609	3231					3458	3891	2276	2132					3394	2438	3210	2755					2654	3048	2769	2605					12387	12357	10864	10723	3097	3089	2716	2681
D	1					3120	2963	3280	2762					3282	2574	3658	3237					2419	2308	2829	2993					3069	3254	2576	2664	11890	11099	12323	11656	2973	2775	3081	2914
	2	4553	3104	3720	2944	3121	2969	2861	2031	3825	2928	2789	3483	2992	2511	3153	3146	3139	2709	3117	3448	2455	2514	1968	1876	2606	3046	3516	3017	3028	3051	2549	2738	25719	22832	23673	22883	3215	2854	2959	2835
	3					3123	2969	2341	2566					3063	3814	2970	3409					1864	2128	2147	1830					2434	2415	2470	2909	10484	11326	9928	11114	2621	2832	2482	2779
	5	3144	2968	2641	3504					3681	4053	3206	3864					3567	3520	3135	3323					3003	2258	2856	3062					13395	12799	11838	13753	3349	3200	2960	3438
E	1					2573	2663	2074	2453					3190	3465	3060	3062					2162	2514	2990	2803					2455	2918	2024	1425	10380	11560	10148	9743	2595	2890	2537	2436
	2	3953	3777	3118	2811	2576	2662	2883	1946	3906	3602	2427	1941	3306	3061	3369	2883	2647	3472	3059	2936	2228	1962	2963	2242	2573	2960	2659	2443	2717	3301	3220	2778	23906	24797	23698	19680	2988	3100	2962	2448
	3					2579	2661	2588	2177					2722	2710	3063	1964					2196	1864	2339	1661					2922	2585	2844	1712	10419	9820	10834	7514	2605	2455	2709	1879
	5	3554	3958	3425	1856					3278	4158	2667	1808					3022	3584	3168	3222					2160	3293	2294	2582					12014	14993	11554	9468	3004	3748	2889	2367
F	1					2464	2977	2819	2717					2929	2873	3437	3376					2732	3601	2871	3056					1875	3392	2917	3489	10000	12843	11844	12638	2500	3211	2961	3160
	2	3378	3418	3218	4339	2465	2977	3095	2692	3694	3188	3694	2773	3046	3260	3723	3423	2924	2906	2496	3262	2265	2714	367	2332	2952	2286	2815	3028	2782	3042	3015	2847	23506	23791	25224	24697	2938	2974	3153	3087
	3					2466	2976	2864	2435					3034	2950	3792	3175					2376	2841	2853	2236					2821	2902	2725	2877	10697	11669	12234	10723	2674	2917	3059	2681
	5	3719	3940	3487	4646					3515	3426	3627	3670					3100	2829	3232	2866					3126	2575	3472	3027					13460	12770	13818	14209	3275	3193	3455	3552

Cuadro 2a. Rendimientos promedios de grano (Kg/ha) de maíz, a cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo y sistemas de rotación con maíz y sorgo.

Mét. de laboreo	Sist. de Rot.	Repeticiones				$\Sigma$	$\bar{x}$
		I	II	III	IV		
A	1	2,809	2,931	2,884	2,825	11,449	2,862
	2	2,849	2,925	2,846	2,622	11,242	2,811
	3	2,201	2,911	2,561	1,875	9,548	2,387
	5	2,999	3,242	2,886	2,765	11,892	2,973
	$\Sigma$	10,858	12,002	11,177	10,087	44,131	
	$\bar{x}$	2,715	3,002	2,794	2,522		2,758
B	1	2,769	2,685	3,351	2,180	10,985	2,746
	2	2,761	2,914	2,888	2,618	11,181	2,795
	3	2,691	2,419	2,871	2,811	10,792	2,698
	5	3,023	3,609	3,308	2,650	12,590	4,148
	$\Sigma$	11,244	11,627	12,418	10,259	45,548	
	$\bar{x}$	2,811	2,907	3,105	2,565		2,847
C	1	2,889	3,046	2,949	2,352	11,236	2,809
	2	3,078	2,983	2,581	2,711	11,353	2,838
	3	2,779	2,894	2,479	2,483	10,635	2,659
	5	3,097	3,089	2,716	2,681	11,583	2,896
	$\Sigma$	11,843	12,012	10,725	10,227	44,807	
	$\bar{x}$	2,961	3,003	2,681	2,557		2,800
D	1	2,973	2,775	3,081	2,914	11,743	2,936
	2	3,215	2,854	2,959	2,835	11,863	2,966
	3	2,621	2,832	2,482	2,779	10,714	2,679
	5	3,349	3,200	2,960	3,438	12,947	3,237
	$\Sigma$	12,158	11,661	11,482	11,966	47,267	
	$\bar{x}$	3,040	2,915	2,871	2,992		2,954
E	1	2,595	2,890	2,537	2,436	10,458	2,615
	2	2,988	3,100	2,962	2,448	11,498	2,875
	3	2,605	2,455	2,709	1,879	9,648	2,412
	5	3,004	3,748	2,889	2,367	12,008	3,002
	$\Sigma$	11,192	12,193	11,097	9,130	43,612	
	$\bar{x}$	2,798	3,048	2,774	2,283		2,726
F	1	2,500	3,211	2,961	3,160	11,832	2,958
	2	2,938	2,974	3,153	3,087	12,152	3,038
	3	2,674	2,917	3,059	2,681	11,331	2,833
	5	3,365	3,193	3,455	3,552	13,565	3,391
	$\Sigma$	11,477	12,295	12,628	12,480	48,880	
	$\bar{x}$	2,869	3,074	3,157	3,120		3,055

Cuadro 3a. Cuadro de rendimientos de maíz (Ton/ha) para la elaboración del ANVA, promedios de cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo y sistemas de rotación con maíz y sorgo.

Mét. de laboreo	Sistemas de Rotación					$\bar{X}$
	1	2	3	5	$\Sigma$	
A	11.449	11.242	9.548	11.892	44.131	2.758*
B	10.985	11.181	10.792	12.590	45.548	2.847
C	11.236	11.353	10.635	11.582	44.807	2.800
D	11.743	11.863	10.714	12.947	47.267	2.954
E	10.458	11.498	9.648	12.008	43.612	2.726
F	11.832	12.152	11.331	13.565	48.880	3.055
$\Sigma$	67.703	69.289	62.668	74.585	274.243	2.857
$\bar{X}$	2.821**	2.887	2.611	3.108		

\*) = Los presentes valores corresponden a los promedios de los métodos de laboreo del suelo.

\*\*) = Promedios de los diferentes sistemas de rotación con maíz y sorgo (estos valores; \* y \*\* no se obtuvieron con la información que aparece en el Cuadro 3a, dichos valores se obtuvieron con la información que se presenta en el Cuadro 2a).

Cuadro 4a. Análisis de varianza de los datos de rendimiento de maíz de los primeros cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo y sistemas de rotación con maíz y sorgo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.0.05	F. 0.01	Conclu- sión
Repeticiones	3	1.228	0.429	3.488	3.29	5.42	*
Prep. de terreno	5	1.263	0.253	2.057	2.90	4.56	N.S.
ERROR A	15	1.850	0.123				
Sist. de rotación	3	3.012	1.004	27.135	2.76	4.13	**
Interacción	15	0.553	0.037	0.841	1.84	2.35	N.S.
ERROR B	54	2.377	0.044				
T o t a l	95	10.343	0.109				

Comparación de medias de rendimiento de maíz correspondientes a los sistemas de rotación, mediante el método de Duncan.

Tratamientos;	1	2	3	5	D a t o s :
Medias de Rend.;	2.821	2.887	2.611	3.108	$S^2$ error = 0.044
No. de promedios;	2	3	4		G.L. = 54
t múltiple 5%;	2.83	2.98	3.08		No. de Trats. = 4
(Duncan)					No. de Reps. (n) = 4
L. S.;	0.297	0.313	0.323		$\alpha$ = 0.05

$$LS = t \alpha \quad S\bar{x} ; \quad S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{0.044}{4}} = 0.105$$

	5 3.108	2 2.887	1 2.821	3 2.611	
3 2.611	0.497 0.323	0.276 0.313	0.210 0.297	0	
1 2.821	0.287 0.313	0.066 0.297	0		Conclusión:
2 2.887	0.221 0.297	0		5 3.108	2 2.887
5 3.108	0				1 2.821
					3 2.611

El mejor tratamiento es el 5.

Comparación de medias de rendimiento de maíz correspondientes a los sistemas de rotación, mediante el método de Duncan.

Tratamientos;	1	2	3	5	D a t o s :
Medias de Rend.;	2.821	2.887	2.611	3.108	$S^2$ error = 0.044
No. de promedios;	2	3	4		G.L. = 54
t múltiple 5%;	2.83	2.98	3.08		No. de Trats. = 4
(Duncan)					No. de Reps. (n) = 4
L. S.;	0.297	0.313	0.323		$\alpha$ = 0.05

$$LS = t \alpha \quad \bar{S}_x ; \quad \bar{S}_x = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

$$\bar{S}_x = \sqrt{\frac{0.044}{4}} = 0.105$$

	5 3.108	2 2.887	1 2.821	3 2.611	
3 2.611	0.497 0.323	0.276 0.313	0.210 0.297	0	
1 2.821	0.287 0.313	0.066 0.297	0		Conclusión:
2 2.887	0.221 0.297	0		5 3.108	2 2.887
5 3.108	0				1 2.821
					3 2.611

El mejor tratamiento es el 5.

Cuadro 5a. Concentración de datos de rendimiento de grano kg/ha de sorgo ( primeros cuatro años de estudio )

MET. DE LABOREO	SIST. DE ROTACION	CICLO 1 P-V 78/78				CICLO 2 O-I 78/79				CICLO 3 P-V 79/79				CICLO 4 O-I 79/80				CICLO 5 P-V 80/80				CICLO 6 O-I 80/81				CICLO 7 P-V 81/81				CICLO 8 O-I 81/82				SUMATORIAS K.G. / H.A.				MEDIAS			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV																																
A	3	2688	4010	3039	3730	7014	6414	6147	7365	4354	4320	2472	2455	6328	5135	5433	6301	4120	2820	1903	4112	3024	2045	2272	2438	3058	2743	3061	2954	3184	4034	2683	2900	14220	13893	10475	13251	3555	3473	2619	3313
	4					7013	5370	5786	6354					6286	5349	5027	5054					2654	1512	2865	1738					2625	3045	3447	1903	19550	17628	16535	19004	4888	4407	4134	4751
	5					7012	6410	8242	8711					6147	6194	5209	5456					2271	2276	2115	1905					3183	3237	3383	2264	18578	15276	17125	15049	4645	3819	4281	3762
	6	2430	3133	3525	4396					4726	4060	3629	1649					3588	2626	1744	4019					2950	1878	3016	1353					32307	29814	30863	29753	4038	3727	3858	3719
B	3	2080	3850	3021	3166	6473	7330	6689	5927	3718	3977	2339	4244	5776	5579	6195	4736	1807	1338	3509	2448	3003	3340	2765	2821	2729	2544	3308	3670	3234	3385	2994	3805	10334	11709	12677	13528	2584	2927	3169	3382
	4					6471	7328	6920	6226					5076	5480	5757	4928					1890	3218	2977	2635					2580	3512	2997	2834	18486	19634	18643	17289	4622	4909	4661	4322
	5					6469	7326	7774	6675					4513	5312	5610	5389					1378	2819	2296	2414					2408	3402	3727	3540	18017	19538	18651	16623	4004	4885	4663	4156
	6	2109	3757	2473	3490					3731	2940	3186	3286					1802	1426	3299	2381					2205	2622	4022	2725					24615	29804	32387	29900	3077	3701	4048	3738
C	3	2509	3757	2557	3309	7078	7990	7141	7616	4566	4068	1819	2237	5174	5330	5851	4864	2899	2640	3780	2179	2788	2189	3235	3402	2777	2689	2841	3058	2991	4137	2559	3716	12751	13154	10997	10783	3188	3289	2749	2696
	4					7075	7990	8000	6964					5958	6493	5851	4946					2921	2508	2106	3122					3267	3997	2904	3163	19031	19646	18786	19598	4758	4912	4697	4900
	5					7013	7989	6482	7058					5758	6367	5765	5662					2478	2313	2048	2196					3360	3702	3545	3671	19221	20988	18861	18195	4805	5247	4715	4549
	6	3103	3909	3084	3413					4346	3819	2365	1394					2364	1543	4547	3221					2549	2886	2216	3489					30971	32528	30052	30104	3871	4066	3757	3763
D	3	3386	3051	3324	3306	6718	7513	6320	6460	4245	3993	2753	2800	5076	6063	5888	6567	3196	4758	2299	3230	2199	3255	2582	3699	2635	3039	2521	3105	3382	3074	3285	3788	13482	14841	10897	12441	3366	3710	2724	3110
	4					6715	7510	6735	6554					5510	6404	5712	5344					2757	3709	3424	4025					3520	4116	3441	3936	17375	19905	17775	20514	4344	4976	4444	5129
	5					6712	7508	6510	6244					5502	6511	5351	5693					2139	4510	3243	3304					3363	4121	3866	3214	18102	21739	19312	19859	4626	5435	4828	4965
	6	2889	3375	3941	3908					4495	3731	3798	1736					3533	4965	2467	2608					3023	2659	3250	3267					31646	37380	32466	29974	3956	4673	4058	3747
E	3	3156	3877	2872	2948	6814	7451	6793	7499	4402	4322	4025	2219	5354	5962	5851	6295	3496	2629	4518	4057	3355	2063	3682	3377	2506	3243	3114	2954	3105	2973	2749	2504	13560	14071	14529	12178	3390	3518	3632	3045
	4					6813	7451	8282	7236					6002	7398	6456	5977					2788	2646	3857	2445					2794	3450	3684	2477	18828	18449	19085	19675	4657	4612	4771	4919
	5					6812	7448	7629	7369					5467	6239	6588	4339					2517	3520	3741	3230					3933	4145	4279	2772	18403	20945	22280	18135	4601	5236	5570	4534
	6	2576	3716	3551	2551					4702	4524	4487	1850					2981	3373	4655	3446					2911	2800	3775	3162					31899	35765	38705	28519	3987	4471	4838	3565
F	3	2784	3547	2790	3590	6226	7601	7175	7148	4241	5487	2638	2397	5985	5335	6259	6240	2146	4275	3200	3886	3610	2568	3500	3196	2609	3057	3254	2861	3685	2935	3341	3506	11785	16366	11882	12760	2946	4092	2971	3190
	4					6226	7599	7567	7800					5911	6935	7374	6340					3853	4125	3100	2907					3099	3036	2125	4024	10506	18439	20275	20090	4877	4610	5069	5023
	5					6225	7597	7517	7800					5971	6001	6515	6249					2667	3015	3124	3031					4027	3192	3935	4254	19140	21695	17666	21071	4785	5424	4417	5268
	6	2940	3358	2986	3864					3805	4713	3413	1950					2036	3908	3185	3825					2412	3069	3977	3045					30083	34851	33650	34018	3760	4356	4206	4252

Cuadro 6a. Rendimientos promedios de grano (Kg/ha) de sorgo, a cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo y sistemas de rotación con maíz y sorgo.

Mét. de laboreo	Sist. - de Rot.	Repeticiones				$\Sigma$	$\bar{x}$
		I	II	III	IV		
A	3	3,555	3,473	2,619	3,313	12,960	3,240
	4	4,888	4,407	4,134	4,751	18,180	4,545
	5	4,645	3,819	4,281	3,762	16,507	4,127
	6	4,038	3,727	3,858	3,719	15,342	3,836
	$\Sigma$	17,126	15,426	14,892	15,549	62,989	
	$\bar{x}$	4,282	3,857	3,723	3,886		3,937
B	3	2,584	2,927	3,169	3,382	12,062	3,016
	4	4,622	4,909	4,661	4,322	18,514	4,629
	5	4,004	4,885	4,663	4,156	17,708	4,427
	6	3,077	3,701	4,048	3,738	14,564	3,641
	$\Sigma$	14,287	16,422	16,541	15,598	62,848	
	$\bar{x}$	3,572	4,106	4,135	3,900		3,928
C	3	3,188	2,289	2,749	2,696	11,922	2,981
	4	4,758	4,912	4,697	4,900	19,267	4,817
	5	4,805	5,247	4,715	4,549	19,316	4,829
	6	3,871	4,066	3,757	3,763	15,457	3,864
	$\Sigma$	16,622	17,514	15,918	15,908	65,962	
	$\bar{x}$	4,156	4,379	3,980	3,977		4,123
D	3	3,366	3,710	2,724	3,110	12,910	3,228
	4	4,344	4,976	4,444	5,129	18,893	4,723
	5	4,626	5,435	4,828	4,965	19,854	4,964
	6	3,956	4,673	4,058	3,747	16,434	4,109
	$\Sigma$	16,292	18,794	16,054	16,951	68,091	
	$\bar{x}$	4,073	4,699	4,014	4,238		4,256
E	3	3,390	3,518	3,632	3,045	13,585	3,396
	4	4,657	4,612	4,771	4,919	18,959	4,740
	5	4,601	5,236	5,570	4,534	19,941	4,985
	6	3,987	4,471	4,838	3,565	16,861	4,215
	$\Sigma$	16,635	17,837	18,811	16,063	69,346	
	$\bar{x}$	4,159	4,459	4,703	4,016		4,334
F	3	2,946	4,092	2,971	3,190	13,199	3,300
	4	4,877	4,610	5,069	5,023	19,579	4,895
	5	4,785	5,424	4,417	5,268	19,894	4,974
	6	3,760	4,356	4,206	4,252	16,574	4,144
	$\Sigma$	16,368	18,482	16,663	17,733	69,246	
	$\bar{x}$	4,092	4,621	4,166	4,433		4,328

Cuadro 7a. Concentración de rendimientos de sorgo (Ton/ha) para la elaboración del ANVA, promedios de cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo y sistemas de rotación con maíz y sorgo.

Mét. de laboreo	3	Sistemas de Rotación				$\Sigma$	$\bar{X}$
		4	5	6			
A	12.960	18.180	16.507	15.342	62.989	3.937*	
B	12.062	18.514	17.708	14.564	62.848	3.928	
C	11.922	19.267	19.316	15.457	65.962	4.123	
D	12.910	18.893	19.854	16.434	68.091	4.256	
E	13.585	18.959	19.941	16.861	69.346	4.334	
F	13.199	19.579	19.894	16.574	69.246	4.326	
$\Sigma$	76.638	113.392	113.220	95.232	398.482		
$\bar{X}$	3.193**	4.725	4.718	3.968			

\* = Los presentes valores corresponden a los promedios de los métodos de laboreo del suelo.

\*\* = Promedios de los diferentes sistemas de rotación con maíz y sorgo, (estos valores; \* y \*\* no se obtuvieron con la información que aparece en el Cuadro 3a, dichos valores se obtuvieron con la información que se presenta en el Cuadro 6a).

Cuadro 8a, Análisis de varianza de los datos de rendimiento de sorgo de los primeros cuatro años de estudio sobre métodos de laboreo del suelo y sistemas de rotación con maíz y sorgo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. 0.05	F. 0.01	Conclu- sión
Repeticiones	3	1.361	0.454	1.90	3.29	5.42	N.S.
Prep. de terreno	5	2.755	0.551	2.31	2.90	4.56	N.S.
ERROR A	15	3.578	0.239				
Sist. de rotación	3	38.419	12.806	160.08	2.76	4.13	**
Interacción	15	1.654	0.110	1.38	1.84	2.35	N.S.
ERROR B	54	4.294	0.080				
T o t a l	95	52.061	0.548				