

35  
2ij



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

C U A U T I L A N

**“ LA REDUCCION EN LA LABRANZA COMO SOLUCION AL  
DEFASAMIENTO DE LAS FECHAS DE SIEMBRA EN EL  
PADRON TRIGO-SORGO, EN EL BAJIO GUANAJUATENSE ”**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**I N G E N I E R O    A G R I C O L A**

P R E S E N T A:

**R I C A R D O    S A N C H E Z    E S P A R Z A**

**ASESOR: ING. CARLOS DEOLARTE MARTINEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## C O N T E N I D O

C A P I T U L O	PAG.
Indice de Cuadros . . . . .	iv
Indice de Figuras . . . . .	vii
Indice del Apéndice . . . . .	viii
Resumen . . . . .	xii
I    Introducción . . . . .	1
II    La región agrícola . . . . .	3
2.1 Area de trabajo . . . . .	3
III    Planteamiento del problema . . . . .	5
IV    Revisión Bibliográfica . . . . .	8
4.1 Ventajas de la labranza cero . . . . .	10
4.2 Desventajas del sistema de labranza cero . . . . .	11
4.3 Erosión y la labranza . . . . .	13
4.4 Utilización del agua por los cultivos . . . . .	16
4.5 Rendimientos en maíz con labranza cero . . . . .	18
4.6 Eficiencia de los fertilizantes y la labranza . . . . .	20
4.7 Efecto de la labranza en el uso de ener- gía . . . . .	24
4.8 Enfermedades y problemas de insectos . . . . .	30

## C O N T E N I D O

C A P I T U L O	PAG.
4.9 Producción agrícola con el sistema de labranza cero . . . . .	32
4.10 Potencial de la producción de cultivos con labranza cero a nivel mundial . . . . .	33
V Objetivo e hipótesis . . . . .	36
5.1 Objetivo . . . . .	36
5.2 Hipótesis . . . . .	36
VI Alternativas de solución . . . . .	37
6.1 Cambio en el patrón de cultivos . . . . .	37
6.2 Cambio en el material genético utilizado . . . . .	38
6.3 Reducción de las labores en la preparación del suelo . . . . .	38
VII Programa de labranza cero . . . . .	40
VIII Materiales y métodos . . . . .	43
IX Resultados y discusión . . . . .	45
X Conclusiones y recomendaciones . . . . .	48

## CONTENIDO

CAPITULO	PAG.
10.1 Ventajas de la reducción en las labores de preparación del suelo para siembra . . . . .	48
10.2 Las principales desventajas detectadas . . . . .	48
10.3 Recomendaciones . . . . .	49
XI.- Bibliografía . . . . .	52
XII.- Apéndice . . . . .	57

# I N D I C E D E C U A D R O S

CUADRO

PAG.

- 1 Estimacion del porcentaje de grano de sorgo perdido por siembra fuera de la época óptima, para variedades tardías e intermedias, en la región del bajo. . . . . 6
  
- 2 Estimacion del porcentaje de grano de trigo perdido por siembra fuera de la época óptima, en la región del bajo. . . . . 6
  
- 3 Estimacion de la evaporacion y transpiracion ocurrida durante la estacion de crecimiento del maíz ( Zea maiz ) bajo el sistema de labranza cero y labranza tradicional, en un suelo migajon limoso de maury. Los valores en cm. Son promedios de los ciclos agrícolas de 1970, 1971 y 1973. (Harold y Triplett. 1970). . . . . 17
  
- 4 Rendimientos medios de maíz en suelos bien drenados, bajo los sistemas de labranza cero y labranza tradicional. ( Triplett y Van Doren. 1977). . . . . 19

# INDICE DE CUADROS

CUADRO

PAG.

- |   |  |    |
|---|--|----|
| 5 | Eficiencia del fertilizante nitrogenado, expresado en kilogramos de grano de kilogramos de nitrógeno en maíz cultivado sobre suelos bien drenados de Kentucky y Maryland. ( Tri--plett y Van Doren. 1977 ) . . . . . | 22 |
| 6 | Comparación del consumo de energía realizado en la producción de maíz, bajo el sistema de labranza tradicional y de labranza cero ( Steinhart y Steinhart. 1974 ). . . . .   | 28 |
| 7 | Comparación de la eficiencia de la energía del fertilizante nitrogenado para la producción de maíz en Kentucky, bajo el sistema de labranza cero y labranza tradicional. ( Steinhart y Steinhart. 1974 ). . . . .    | 29 |
| 8 | Predios donde se ubicaron las parcelas con labranza cero y labranza reducida. Salamanca, GTO. . . . .  | 44 |

# INDICE DE CUADROS

CUADRO

PAG.

- 9 Características de las parcelas sembradas con labranza cero y labranza reducida. Salamanca, GTO. . . . . 44
- 10 Rendimiento y relación beneficio / costo obtenidos en las parcelas con labranza reducida. Salamanca, GTO. . . . . 45



# I N D I C E   D E   F I G U R A S

FIGURA

PAG.

- 1 Respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada ( Triplett y Van Doren. 1977 ). . . . . 20
- 2 Energía usada en agricultura de los E.U.A. . . . . 25

## I N D I C E   D E L   A P E N D I C E

CUADRO A NO.		PAG.
1	Rendimiento y relación beneficio / costo comparativos entre parcelas con labranza cero, reducida y tradicional. Salamanca, GTO . . . . .	58
2	Superficie sembrada ( ha. ) Con los cultivos y en los ciclos que se indican en la región del bajo. . . . .	58
3	Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano ( ton/ha ) en los grupos de genotipos de sorgo en la región del bajo. . . . .	59
4	Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento ( ton/ha ) de la variedad de trigo "salamanca" en la región bajo. . . . .	59
5	Avance en la siembra de sorgo ( has.) En la región del bajo, para los periodos y ciclos agrícolas que se indican. . . . .	59

I N D I C E   D E L   A P E N D I C E

CUADRO A NO.

PAG.

6	Avance en la siembra de trigo (has.) En la región del bajo, para los periodos y ciclos agrícolas que se indican. . . . .	60
---	--	----

## I N D I C E   D E L   A P E N D I C E

FIGURA A NO.		PAG.
1	Siembra con trigo bajo riego durante el ciclo O-I. . . . .	61
2	Siembra con sorgo bajo riego durante el ciclo P-V. . . . .	61
3	Fecha de siembra. Rendimiento en grano de trigo. . . . .	62
4	Siembra/rend. Grano. 3 Tipos de variedad de sorgo . . . . .	62
5	Avance siembra de trigo promedio de 3 ciclos . . . . .	63
6	Avance siembra de sorgo promedio de 3 ciclos. . . . .	63
7	Rendimiento de trigo bajo labranza cero/tradicional. . . . .	64
8	Relación trigo bajo labranza cero/redu - cida/tradicional. . . . .	64

# INDICE DEL APENDICE

FIGURA A NO.

PAG.

9	Rendimiento del sorgo labranza reducida/ tradicional (ton/ha). . . . .	65
10	Rendimiento de sorgo labranza reducida/ tradicional (beneficio/costo). . . . .	65

## R E S U M E N

Esta tesis pretende dar una opción para que los agricultores Guanajuatenses siembren en las fechas recomendadas como óptimas, para la obtención de altos rendimientos unitarios y evitar riesgos por siniestros, debido a que el trigo y el sorgo son de ciclo vegetativo largo. Además con la reducción de la labranza se disminuye los costos por concepto de maquinaria agrícola y combustible.

Por otra parte, también pretende que los agricultores mencionados anteriormente, obtengan los conocimientos indispensables de esta metodología, para mantener los rendimientos rentables en la producción, en Guanajuato, la rotación de cultivos más importante bajo condiciones de riego, es la de sorgo-trigo en los subciclos primavera-verano y otoño-invierno, con 150,000 y 140,000 hectáreas sembradas respectivamente.

La rotación citada, presenta el problema de que los agricultores Guanajuatenses siembran en fechas que se alejan cada vez más de las recomendadas como óptimas, con el consecuente aumento del riesgo de siniestro y decremento en la producción unitaria, lo anterior se debe fundamentalmente, a los ciclos vegetativos largos de ambos cultivos, lo cual trae como consecuencia que el periodo destinado a la preparación de tierras sea muy corto.

Por otra parte, los altos costos de la maquinaria agrícola y combustibles, ocasionan que los agricultores tengan relaciones de intercambio cada vez más desfavorables.

La orientación del trabajo, es hacia la solución de los dos problemas fundamentalmente enunciados, haciéndose notar que en Guanajuato, la productividad media estimada para el sorgo es de 6.5 Ton/ha; sin embargo en los últimos años, para tales cultivos se han manifestado diversas situaciones problemáticas, entre las que destaca, un desfase en las fechas de siembra realizadas por los productores con respecto a las fechas de siembra reportadas como óptimas, desde el punto de vista de productividad. Tal situación al irse agravando a través de los años, ha originado un impacto en el ingreso de los productores y coloca a esta actividad en una situación desventajosa, desde un punto de vista económico, con respecto a otras actividades.

## I INTRODUCCION

La superficie anual sembrada en el Estado de Guanajuato es de aproximadamente 1'200,000 ha, tanto de riego como de temporal, la producción agrícola que se obtiene en tal superficie es considerada como satisfactoria, ya que generalmente es suficiente para dar respuesta a las demandas internas de la entidad, tanto de productos básicos como hortícolas y agroindustriales, produciendose con regularidad excedentes, los cuales son exportados a otras entidades del país y al extranjero. La superficie bajo riego representa alrededor del 40% de la superficie sembrada, significandose, por su índice de productividad, de los más altos en el país.

De acuerdo con los datos proporcionados por los Distritos de Desarrollo Rural en el Estado de Guanajuato, entre 1985 y 1987 la superficie agrícola irrigada en la entidad alcanzo en promedio las 494,702 ha, de las cuales alrededor de 193,128 (64%) fueron sembradas con segundos cultivos, para un total de 494,702 ha irrigadas anualmente. Por superficie sembrada, los cultivos de mayor importancia en el area irrigada son: en el ciclo primavera/verano sorgo y en el ciclo otoño/invierno trigo, habiendo ocupado cada uno de ellos durante el periodo mencionado 154,723 ha y 148,448 ha respectivamente. Ambos constituyen el patrón de cultivos más generalizado en la entidad, estimándose que en el periodo considerado fueron sembradas un promedio de 124,000 ha con la rotación sorgo-trigo (fig. 1A y 2a; cuadro 2a).



Considerando que la productividad media estimada para el sorgo es de 6.5 Ton/ha, y la del trigo 5.5 Ton/ha, la producción anual de sorgo bajo irrigación para el periodo 85-87 se estimó en 1'005,700 ton y la del trigo 816,464 ton. Sin embargo, en los últimos años, para tales cultivos se han manifestado diversas situaciones problemáticas, entre las que destaca un desfase en las fechas de siembra realizadas por los productores, con respecto a las fechas de siembra reportadas como las óptimas desde el punto de vista de productividad. Tal situación al irse agravando a través de los años ha originado, entre otros problemas, la reducción tanto en productividad como en producción, impactando el ingreso de los productores y colocando la actividad en una situación desventajosa, desde un punto de vista económico, con respecto a otras actividades.

Ante lo anterior, se plantea la necesidad de impulsar la labranza cero como una alternativa para solucionar este problema.

## II LA REGION AGRICOLA

El estado de Guanajuato esta ubicado entre los  $19^{\circ} 39' 08''$  y los  $21^{\circ} 52' 09''$  de latitud norte y entre los  $99^{\circ} 36' 06''$  y los  $10^{\circ} 05' 07''$  de longitud oeste, colinda por el norte con los estados de Zacatecas y San Luis Potosí por el sur con el estado de Michoacán; por el este con Querétaro y por el oeste con Jalisco, cuenta con una superficie de 3'047,106 hectáreas, ocupando por ello el vigésimo segundo lugar entre las entidades del país en cuanto a extensión territorial.

El paisaje de la entidad muestra situaciones de contraste, desde la presencia de serranías escarpadas poco habitadas y con deficiente comunicación; hasta una gran llanura fértil denominada bajo, con obras de irrigación de tal magnitud que han convertido a esta región en una de las zonas agrícolas más importantes del país y es precisamente donde se ubica el área de interés de este trabajo, más específicamente en el municipio de Salamanca.

### 2.1 Área de trabajo.

Las parcelas con labranza cero o reducida se ubicaron dentro del municipio de Salamanca, el área corresponde a la provincia fisiográfica denominada eje neo-volcánico y se ubica en la interrumpida por relativamente pocas sierritas volcánicas, mesetas lavicas y lomerios. En relación con la superficie total del estado el bajo representa el 22.47%.

El clima del area, segun köpen, corresponde al semicálido con lluvias en el verano e invierno seco; es el más cálido de los tres tipos básicos presentes en el estado, los rangos de temperatura media anual oscila entre los 18 y 22 °c; el rango de precipitación varia entre 700 y 800 mm, con periodos secos intermedios durante la época de lluvia, el mes con precipitación máxima es agosto con lluvias entre 10 y 170 mm, el mes con la mínima precipitación es febrero con lluvias menores de 5 mm.

Las heladas se presentan en un promedio de 10 dias al año, pero en algunas áreas el fenómeno es inapreciable. En lo referente a granizadas, el fenómeno no guarda un patrón de comportamiento definido, aunque comúnmente esta asociado con la época de lluvias, en general el fenómeno presenta una frecuencia de uno a tres dias con granizo por año.

De acuerdo con las unidades de clasificación, en la región predominan los suelos vertisoles pelicos, que se caracterizan por sus arcillas de color negro o gris oscuro y que presentan agrietamientos al secarse, normalmente son suelos profundos.

### III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los datos proporcionados por el centro de investigaciones forestales y agropecuarias de Guanajuato (cifap-centro) indican que el periodo de siembra de mayor productividad para el sorgo, en el bajo, es entre el 15 de Marzo y el 15 de Mayo, mientras que para el trigo es entre el 15 Noviembre y el 31 de Diciembre (fig. 3A y 4a); (cuadros 3a y 4a). Sin embargo, los reportes de los Distritos de Desarrollo Rural, para los ciclos agrícolas entre el Otoño-Invierno 84/85 y el Primavera-Verano 87/87. Muestran que solo el 5% de la superficie sembrada con sorgo se siembra dentro del periodo óptimo. Mientras que solo el 21.5 De la superficie sembrada con trigo esta dentro de ese periodo (fig. 5A y 6a y cuadros 5a y 6a).

Considerando los porcentajes de perdida estimados para periodos de 15 dias en base a la información del CIFAP-GTO lo anterior presenta que en los ciclos agrícolas de referencia se dejaron de producir anualmente alrededor de 319,310 ton(31.75% De la producción anual estimada) de sorgo y 248,77 ton(30.47 De la producción estimada) de trigo, por el desfasamiento en las fechas de siembra (cuadros 1 y 2).

Cuadro 1 ESTIMACION DEL PORCENTAJE DE GRANO DE SORGO PERDIDO POR SIEMBRAS FUERA DE LA EPOCA OPTIMA, PARA VARIETADES TARDIAS E INTERMEDIAS, EN LA REGION DEL BAJIO.

PERIODO	RDTO TON/HA	REDUCCIONa		SUPERFICIE EXTEMPORANEAa	PERDIDA EN PRODUCCIONb
		TON/HA	%		
May 16 a 31	8.00	1.30	14.00	12.07	1.69
Jun 1 a 15	6.40	2.90	31.20	14.09	4.40
Jun 16 a 30	5.90	3.40	36.60	46.15	16.89
> Jul 1	5.70	3.60	38.70	22.65	8.77
				Total	31.75

a Con respecto al promedio en el periodo óptimo (9.3 Ton/ha)  
 b Superficie sembrada fuera del periodo óptimo (cuadro 5a)  
 c Resultante del producto entre % en reducción por % en superficie

Cuadro 2 ESTIMACION DEL PORCENTAJE DE GRANO DE TRIGO PERDIDO POR SIEMBRA FUERA DE LA EPOCA OPTIMA, EN LA REGION DEL BAJIO.

PERIODO	RDTO TON/HA	REDUCCIONa		SUPERFICIE EXTEMPORANEAa	PERDIDA EN PRODUCCIONb
		TON/HA	%		
Ene 1 a 15	5.40	2.10	28.00	46.61	13.05
Ene 16 a 31	3.40	4.10	54.70	24.94	13.64
> Feb 1	3.40	4.10	54.70	6.91	3.78
				Total	30.47

a Con respecto al promedio en el periodo óptimo (9.3 Ton/ha)  
 b Superficie sembrada fuera del periodo óptimo (cuadro 6a)  
 c Resultante del producto entre % en reducción por % en superficie

Con lo anterior origina que el espacio de tiempo entre cultivos sea insuficiente para realizar oportunamente las labores

de preparación del terreno actualmente recomendadas, ocasionando que año tras año el desfase de las fechas de siembra se agrave.

Entre las causas que originan el problema podríamos mencionar como principal la rotación trigo-sorgo, una rotación entre dos gramíneas la cual agrónomicamente es inaceptable, pero que difícilmente se pueda sustituir en el corto plazo, por las implicaciones sociales y económicas que ello conlleva. Esta causa se ve magnificada por el tipo de material genético que prefieren los productores para las siembras de sorgo, generalmente híbridos de ciclo intermedio o tardío, pues los materiales precoces disponibles presentan una productividad baja, en relación a los intermedios y tardíos, aun en fechas de siembra retrasadas. En lo que respecta al trigo, la totalidad de la superficie se siembra con una variedad única, salamanca, la cual se podría considerar de ciclo intermedio.

#### IV REVISION BIBLIOGRAFICA

Por más de 100 años, la agricultura se ha realizado barbechando y rastreando el suelo para producir alimentos. Sin estas labores agrícolas, no hubiera sido posible controlar las malas hierbas para obtener rendimientos que hicieran redituable a la agricultura. Las malas hierbas compiten con los cultivos en la obtención de agua y nutrimentos. A partir de 1940, cuando los reguladores del crecimiento de las plantas se introdujeron, se desvió la atención hacia la agricultura con labranza cero. Desde que se empezaron a producir los reguladores del crecimiento de las plantas (herbicidas), se incremento el cultivo de las plantas sin la labranza del suelo (s. H. Phillips and h. M. Young. 1973, G. B. Triplett, jr. And d. M. Van doren. 1977 See j. Soil water conserv. 1977)

En esta tesis, se define a la labranza tradicional como un barbecho seguido por uno o más rastreos. Con esta practica de labranza, se pierde parte del suelo mullido que se encuentra en los primeros 10 cm. De la superficie del suelo. El sistema de labranza cero se define (4) como aquel en el cual el cultivo se siembra sin realizar ninguna labranza, o solo con labranza suficiente que permita depositar y cubrir la semilla con el suelo para propiciar la germinación y emergencia. Usualmente no se hace ninguna labor agrícola antes de la cosecha. Las malas hierbas y otros vegetales que compiten con el cultivo se controlan con herbicidas. Algunos

productos benéficos para el suelo, tales como mejoradores y fertilizantes se aplican en la superficie del suelo.

En praderas, los agroquímicos se usan en sustitución de las labores agrícolas. Los herbicidas se utilizan para combatir el desarrollo y competencia de plantas no deseables durante el establecimiento una nueva pradera o para suprimir el crecimiento de los pastos y permitir el establecimiento de leguminosas. La producción de los cultivos sembrados en surcos bajo el sistema de labranza cero se hace sembrando estos cultivos en el suelo cubierto con los residuos del pasto que se ha eliminado químicamente, o con los residuos del maíz sembrado anteriormente. De igual forma, en un terreno sembrado en invierno y con soya, el suelo se encuentra cubierto con residuos del cultivo que recientemente se ha cosechado tales como cebada y trigo.

La superficie sembrada bajo el sistema de labranza cero, con cultivos de escarda y forrajeros, se ha incrementado rápidamente durante los últimos quince años. En 1974, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S. Department of agriculture 1975), estimó que la superficie cultivada en su país bajo el sistema de labranza cero, fue 2.23 Millones de hectáreas y que 62 millones de hectáreas (45% de la superficie total) estará bajo este sistema en el año 2,000 (6). Además, se estima que el 65% de los 7 cultivos principales (maíz, soya, sorgo, trigo, avena, cebada y arroz) se cultivaran con labranza cero para el año 2,000 y el 78%



para el año 2,010 (U.S. Department of agriculture 1975). En Kentucky se cultivaron con cero labranza 44,000, 160,400 y 220,000 hectáreas de maíz y soya en 1969, 1972 y 1978, respectivamente.

Se estima que por lo menos el 65% del maíz y soya que se siembra en la parte sur de la faja maicera de los estados unidos, se cultivara con labranza cero para el año 2,000.

4.1. Las principales ventajas de la labranza cero son las siguientes:

4.1.1. La erosión del suelo causada por el viento y la lluvia se reducen.

4.1.2. La superficie agrícola que puede cultivarse se incrementa porque pueden sembrarse terrenos con pendiente, los cuales están sujetos a la erosión del suelo por el agua cuando se utiliza el sistema de cultivo tradicional.

4.1.3. Los requerimientos de energía se reducen.

4.1.4. El tiempo de siembra y cosecha pueden mejorarse bajo el sistema de labranza cero, debido a que los cultivos de escarda sembrados en suelo bien drenados pueden plantarse y cosecharse en amplio rango de condiciones de humedad del suelo, lo cual no sucede con la labranza.

4.1.5. El agua se usa más eficientemente porque se disminuye su evaporación del suelo y se incrementa su infiltración en el suelo.

4.1.6. La inversión en maquinaria se reduce.

4.2. Las desventajas del sistema de labranza cero son:

4.2.1. La población de insectos y las enfermedades de los cultivos pueden ser mayores que en el sistema de labranza tradicional, por que se tiene un habitat más favorable en el sistema de labranza cero. El numero de roedores tambien se pueden incrementar, pero estos pueden ser controlados con rodenticidas.

4.2.2. Para tener éxito se requiere mayor habilidad en el manejo del cultivo, puesto que hay menos alternativas que en el sistema de labranza tradicional para corregir los errores de manejo.

4.2.3. Debido a que en la labranza cero se acumulan los residuos de las cosechas en la superficie del suelo, la temperatura de este puede disminuir en la primavera hasta 6 °c a una profundidad de 2.5 Cm (r. E. Phillips, ed., No tillage research conference, procceding (College of

Agriculture, University of Kentucky, 1974). Esto tambien puede suceder cuando las hojas de las plantas alcanzan a sombrear una proporción apreciable de la superficie. Esta reducción y la temperatura es perjudicial cuando se retrasan las siembras de primavera en aquellas áreas del centro y los estados unidos, o cuando la temperatura del suelo con labranza cero esta abajo de la temperatura óptima requerida para el máximo desarrollo de las plantas. En los trópicos, sin embargo, las bajas temperaturas del suelo, pueden ser benéficas por que la temperatura del suelo frecuentemente esta arriba de la óptima requerida para el máximo crecimiento de las plantas.

La reducción de la labranza generalmente se asocia con un incremento en el uso de pesticidas. Aproximadamente se requiere un 50% más de pesticidas para la producción de maíz bajo labranza cero que bajo la labranza tradicional. La mayoría de pesticidas en la producción de maíz y soya bajo labranza cero, no se mueven en forma apreciable a través del ambiente, excepto por la erosión del suelo. Debido a que la erosión del suelo se reduce considerablemente con la labranza cero, en comparación con la labranza tradicional, uno espera un movimiento reducido de pesticidas en el campo. Triplett et al (G. B. Triplett, jr., B.J. Conner, W. M. Edwards 1978) encontraron el transporte de los herbicidas (atracina y simacina) en el escurrimiento producido bajo la labranza cero, no fue mayor

al producido en terrenos con labranza tradicional. Algunos pesticidas se degradan hasta componentes inactivos e inofensivos en un periodo de tiempo más corto bajo la labranza cero que bajo la labranza tradicional (C. H. Slack, R. L. Blevins C.E. Rieck 1978). De esta forma, aunque se usan más pesticidas bajo la labranza cero, el potencial para la contaminación no es muy grande y puede ser menor que para la labranza tradicional (G. B. Triplett, jr., B.J. Conner, W.M. Edwards 1978, C. H. Slack, R. L. Blevins C.E. Rieck, 1978).

Los agricultores de muchas áreas del mundo están encontrando que las ventajas de la labranza cero están por encima de las desventajas. En esta época de tecnología moderna, resulta paradójico, que el sistema de labranza cero combina el uso de agroquímicos modernos (herbicidas selectivos) con el método más antiguo de introducir semillas en el suelo. Los agricultores del atlántico-medio y sureste de los estados unidos, están aumentando los ingresos netos de sus operaciones agrícolas, al mismo tiempo que se conserva su recurso más importante: el suelo.

#### 4.3. Erosion y la labranza

Una gran cantidad de estudios indican que la agricultura con labranza cero reduce la erosion del suelo a niveles cercanos a cero. McGregor et al (K. C. McGregor 1975) encontraron que en un suelo muy erosionable de Mississippi, la erosion se redujo de 17.5 ton/ha A 1.8 ton/ha, cuando se uso la labranza cero.

Triplett et al (G. B. Triplett, jr., B. J. Conner, W. M. Edwards 1978) encontraron que el sistema de labranza cero reduce la erosion del suelo hasta 50 veces. Harrold y Edwards (L. L. Harold and W. M. Edwards, 1972) en Ohio compararon la erosion y escurrimientos producidos en cuencas con mal manejo, buen manejo y labranza cero, durante una tormenta fuerte en la cual llovieron 17.5 Cm en 7 horas. El cultivo sembrado en las tres cuencas fue el maíz. Las pérdidas del suelo erosionado en esta tormenta fueron 51,477, 7,307 y 72 kilogramos por ha. En las cuencas con mal manejo, buen manejo y labranza cero, respectivamente. Las pendientes en las tres cuencas fueron 6.6 , 5.8 Y 20.7%, Respectivamente. Como esta tormenta se presentara una vez en cada 100 años, Harrold et al (L. L. Harrold and W. M. Edwards--1972) midió las pérdidas del suelo erosionado durante 5 años de lluvia normal. Sus resultados de 5 años de producción de maíz con labranza cero mostraron que las pérdidas por erosion en una pendiente del 9%, durante la estacion de crecimiento, disminuye de 1761 kg/ha en las cuencas con labranza tradicional a 27 kg/ha en las cuencas con labranza cero.

En algunos años, no se perdió suelo en ninguno de los dos sistemas de labranza. Sin embargo, en 1964, las pérdidas de suelo en la cuenca con labranza tradicional fueron de 6,477 kg/ha, mientras únicamente de 1345 kg/ha. Los promedios de rendimiento de maíz durante los 5 años de estudio fueron de 7,091 y 7,909 kg/ha,

para las cuencas con labranza tradicional y labranza cero, respectivamente.

En Georgia, Langdale et al (G. W. Langdale, A. P. Barnett, J. E. Box 1978) encontraron que en terrenos con 6% de pendiente, el sistema de labranza cero reduce la pérdida de suelo de 40 ton a 0.2 ton/ha, en una lluvia simulada de 6.4 cm/hr Durante un periodo de 2 horas.

Los estudios de un suelo tropical de nigería mostraron que las parcelas con pendientes de 10 a 15%, perdieron 7.3 Toneladas de suelo por hectárea durante una tormenta de 4.2 cm, Este suelo se maneja con el sistema de labranza cero (R. Lal, 1976). En muchas regiones la erosión eólica es un problema. Una comparación hecha por Schmidt y Triplett (B. L. Schmidt and G.B. Triplett, jr. 1967), Sobre las pérdidas por la erosión eólica, muestra que en una hectárea sembrada con maíz en forma tradicional, pierde 291 ton. De suelo, mientras que un suelo sembrado con labranza cero pierde únicamente 4.5 ton. Durante una tormenta severa de viento.

En general, la erosión del suelo aumenta conforme aumenta la cantidad de labranza y decrece conforme se aumenta la cantidad de residuos de cosecha en el suelo o la cubierta vegetal. Entonces, la medida más aceptable y efectiva para el control de la erosión provocada por el viento y agua, consiste en mantener la superficie

con residuos (mulches). En su mayoría, la agricultura con labranza cero propicia condiciones que favorecen la conservación del suelo.

#### 4.4. Utilización del agua por los cultivos

Los rendimientos agrícolas obtenidos con labranza cero, usualmente son iguales o superiores a los obtenidos en cultivos con labranza tradicional, especialmente bien drenados. Excepto para situaciones poco comunes, el contenido de agua del suelo es casi siempre superior en el sistema de labranza cero que el sistema de labranza tradicional (L. L. Harrold. G.B. Triplett, jr. 1970; R. R. Allen, B. A. Stewart. 1976; R. L. Blevins. D. Cook. S. H. Phillips, R. E. Phillips. 1971; J. N. Jones, J. E. Moody, J. J. Lillard, 1969; R. Lal. 1974; 20; J. E. Moody, J. N. Jones, J. H. Lillard. 1963; L. R. Nelson, R. N. Gallaher, R. R. Bruce, M. R. Holmes. 1977; G. B. Triplett. 1968). Esto se debe principalmente a que la presencia del rastrojo vegetal sobre la superficie del suelo, reduce considerablemente la evaporación del agua del suelo, cuando la cubierta vegetal aun no alcanza a cubrir la superficie del suelo. Después de que la cubierta vegetal se ha establecido, hay poca o nula diferencia en la evaporación del agua del suelo ocurrida en los sistemas de labranza tradicional y labranza cero. En un estudio realizado en la parte central de Kentucky, durante un periodo de 4 años, el promedio de humedad de un suelo migajon limoso de Maury, a la profundidad de 0-15 cm durante la estación de

crecimiento de maíz, fue de 29.5% para el sistema de labranza cero y 24.4% para la labranza tradicional. Esta diferencia equivale a una lamina adicional de agua de 0.75 cm bajo el sistema de labranza cero, durante la estacion de crecimiento. Las cantidades promedio de agua transpiradas en la parte central de Kentucky, a traves de un cultivo de maíz y las cantidades de agua perdida por evaporación a la atmósfera, debido a la labranza, durante 5 meses de 4 ciclos agrícolas, se muestran el cuadro 3.

CUADRO 3. ESTIMACION DE LA EVAPORACION Y TRANSPIRACION OCURRIDA DURANTE LA ESTACION DE CRECIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays*) BAJO EL SISTEMA DE LABRANZA CERO Y LABRANZA TRADICIONAL, EN UN SUELO MIGAJON LIMOSO DE MAURY. LOS VALORES EN CM SON PROMEDIOS DE LOS CICLOS AGRICOLAS DE 1970, 1971 Y 1973. (HAROLD Y TRIPLETT. 1970)

MESES	LABRANZA CERO		LABRANZA TRADICIONAL		LLUVIA (CM)
	TRANSPIRACION	EVAPORACION	TRANSPIRACION	EVAPORACION	
Mayo	0.0	2.1	0.0	6.3	17.9
Junio	7.6	1.0	6.4	6.8	9.7
Julio	12.4	0.3	9.5	2.1	10.1
Agosto	9.2	0.2	7.2	1.4	.1
Septiembre	1.5	0.5	1.1	2.5	9.1
Total	30.7	4.1	24.2	19.1	50.9



Los datos indican que el maíz con labranza cero transpira en promedio, 6.5 cm Mas de agua que el maíz con labranza tradicional. Asimismo, el suelo bajo el sistema de labranza cero pierde 15 cm menos agua por evaporacion, que el perdido con la labranza tradicional. Este mejoramiento en la eficiencia del uso de agua es importante porque los cultivos alimenticios no son eficientes en el uso del agua. El maíz, por ejemplo transpira un mínimo de 250 kg de agua por cada kg de materia seca producida.

#### 4.5 Rendimientos en maíz con labranza cero

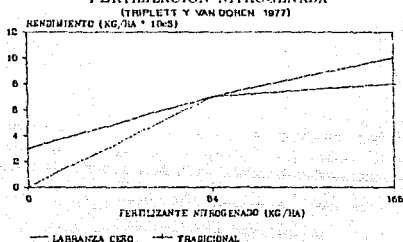
en el cuadro 4 se comparan los rendimientos de maíz en suelos bien drenados de Kentucky. En suelos pobremente drenados, normalmente no se obtienen rendimientos de maíz tan altos en el sistema de labranza cero, como los que obtienen en el sistema de labranza tradicional. Resultados similares se obtuvieron en ohio (G. B. Triplett, jr. And D. M. Van doren. 1977) Al comparar los suelos bien drenados con los pobremente drenados. En el noreste y norte-centro de estados unidos, durante la época de siembra, la presencia de los residuos de cosechas en la superficie del suelo, se traduce en un alto contenido de agua en el suelo y en bajas temperaturas en las zona de posición de semillas. Por estas razones, la siembra debe retrasarse hasta después de la fecha óptima de siembra. Además, el nitrógeno del suelo, en forma de nitrato, puede desnitrificarse y perderse.

CUADRO 4. RENDIMIENTOS MEDIOS DE MAIZ EN SUELOS BIEN DRENADOS, BAJO LOS SISTEMAS DE LABRANZA CERO Y LABRANZA TRADICIONAL. (TRIPLETT Y VAN DOREN. 1977)

TIPO DE SUELO	NUMERO DE AÑOS PROBADOS	RENDIMIENTO (KG/HA)	
		CERO	LABRANZA TRADICIONAL
Migajon limoso de Maury	8	9,136	8,932
Migajon limoso de Crider	5	9,886	8,318
Migajon limoso de Tilsit	3	7,705	7,705
Migajon limoso de Allegheny	3	10,909	10,909

varias investigaciones realizadas en Kentucky, mostraron que cuando el fertilizante se aplico al suelo, el rendimiento del maiz en suelos bien drenados fue mayor en el sistema de labranza cero que en la labranza tradicional (vease Fig. 1). Cuando no se aplico fertilizante nitrogenado, los rendimientos de maiz fueron más altos en la labranza tradicional que en la labranza cero. Sin embargo, la aplicación de 168 kg de nitrógeno por hectárea, dio por resultado mayores rendimientos de maiz en la labranza cero que en la labranza tradicional. Los rendimientos fueron iguales cuando el nitrógeno se aplico a razón de 84 kg/ha. Los resultados obtenidos en Maryland fueron muy similares, segun se muestra en el cuadro 5.

FIG. 1 RESPUESTA DEL MAIZ A LA  
FERTILIZACION NITROGENADA



#### 4.6. Eficiencia de los fertilizantes y la labranza

Bajo el sistema de labranza tradicional, el fertilizante se mezcla con la capa arable del suelo, la cual generalmente se extiende desde la superficie hasta casi los 20 cm de profundidad. Debido a que hay poca remosion del suelo bajo la labranza cero, es necesario aplicar los fertilizantes en la superficie del suelo, en lugar de mezclarlos con el suelo.

Los experimentos de Triplett y Van Doren 1977 han mostrado que existe poca o ninguna diferencia en la aprovechabilidad del potasio, si el fertilizante se aplica a la superficie del suelo o se mezcla con el. En el caso del fósforo, la aplicación

superficial tiene una ligera ventaja sobre la colocación en banda o sobre la mezcla del fertilizante con el suelo. Parecen existir dos razones para que esto ocurra. La primera, con la labranza cero, el suelo que esta inmediatamente abajo del rastrojo permanece más húmedo que cualquier otra porción del suelo, durante la mayor parte de la estación de crecimiento. El incremento del agua en el suelo favorece la tasa de difusión del fósforo a la raíces, las cuales proliferan en esta zona. Segundo, la aplicación del fertilizante fosfórico a la superficie del suelo, efectivamente logra los mismos resultados que la aplicación en banda del fósforo al suelo. Esto es, en lugar de disminuir el contrato del suelo con el fertilizante fosfórico, se produce una mayor solubilidad del fósforo. Estudios con fertilizantes marcados con fósforo 32, muestran que una mayor cantidad de fósforo se encuentra disponible para las plantas, cuando el fertilizante se aplica superficialmente.

Cuando el fertilizante nitrogenado se aplico superficialmente en los suelos bien drenados de Kentucky y Maryland, la cantidad de maíz obtenido por kilogramo de nitrógeno fue mucho mayor para el sistema de labranza cero que para la labranza tradicional (vease cuadro 5). Sin embargo, cuando no se aplico nitrógeno, los rendimientos de maíz en la labranza cero fueron más bajos que en la labranza tradicional (Fig. 1). Algunos experimentos indican que únicamente con grandes aplicaciones de nitrógeno, la eficiencia en el uso del nitrógeno y los rendimientos favorecen la labranza cero.

Se cree que esto se debe a los altos contenidos de agua del suelo. Sin embargo, experimentos recientes de Kentucky han mostrado que cuando el fertilizante nitrogenado se aplica hasta 30 días después de la siembra, los rendimientos de los cultivos bajo la labranza cero y labranza tradicional son iguales.

CUADRO 5 EFICIENCIA DEL FERTILIZANTE NITROGENADO, EXPRESADO EN KILOGRAMOS DE GRANO POR KILOGRAMOS DE NITROGENO, EN MAIZ CULTIVADO SOBRE SUELOS BIEN DRENADOS DE KENTUCKY Y MARYLAND. (TRIPLETT Y VAN DOREN 1977)

FERTILIZACION NITROGENADA POR HECTÁREA	RENDIMIENTO DE MAIZ (KILOGRAMOS POR KILOGRAMO DE NITROGENO)	
	LABRANZA CERO	LABRANZA TRADICIONAL
	Kentucky	
Primeros 85 kg	35.4	22.0
Segundos 85 kg	9.6	3.0
	Maryland*	
Primeros 90 kg	32.4	14.4
Segundos 45 kg	34.8	3.0
Terceros 45 kg	0.0	0.0

\*Vease (28)

En caso de fertilizantes nitrogenados, hay tres posibles problemas que se asocian con su pérdida del suelo. El primero consiste en que, debido a la acumulación de materia orgánica en la superficie del suelo, la desnitrificación puede ocurrir cuando el suelo contiene un exceso de agua. Esta es una de las razones por la cual la labranza cero no tiene tanto éxito en suelos pobremente drenados, como el éxito que tienen en suelos bien drenados. El segundo problema es que la lixiviación de los nitratos ocurre más fácilmente bajo el sistema de labranza cero, porque hay menos

evaporación de agua y porque los canales o poros a través de los cuales se puede mover el agua y los nitratos no son acelerados, favoreciéndose la penetración profunda de estos en el suelo. El tercer problema consiste en que nitrógeno nativo del suelo tiene menos grado de mineralización en suelos sin remoción que en suelos con labranza. El efecto integrado de estos problemas consiste en que se puede requerir más nitrógeno para obtener rendimientos óptimos de cultivos desarrollados bajo el sistema de labranza cero. En Kentucky, se recomienda la aplicación adicional de 28 kg/ha de fertilizantes nitrogenado, para lograr una producción óptima bajo el sistema de labranza cero, en comparación con la labranza tradicional. Experimentos recientes de Kentucky mostraron que cuando la fertilización nitrogenada se hizo 30 días después de la siembra, los rendimientos de maíz en todos los niveles de fertilización nitrogenada, fueron tan altos o aun mayores bajo la labranza cero, que bajo la labranza tradicional. En Virginia, se recomienda ampliar 20% más de fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico, en la labranza cero, para mantener la superioridad del 20% en los rendimientos de la labranza cero (W. W. Moschler. 1970).

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

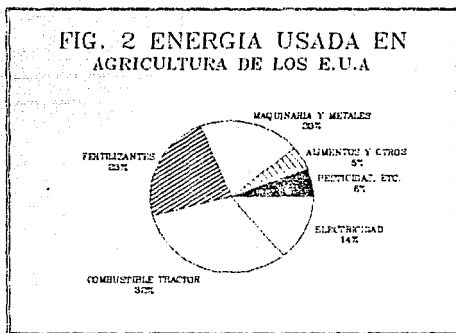
Por tanto, la aplicación de cal a la superficie del suelo contrarresta directamente la acidez del suelo y no es necesario mezclarla. Trabajos desarrollados tanto en Virginia como en Kentucky han demostrado la efectividad de este método en el mantenimiento de los rendimientos agrícolas.

#### 4.7. Efecto de la labranza en el uso de energía

el consumo de pesticidas, fertilizantes, combustibles y maquinaria, ha aumentado a tal punto que la agricultura es una industria dependiente de la energía. La demanda total de energía en los E.U.A. Durante 1978, fue de  $19.57 \times 10^{15}$  Kilocalorías (25), aproximadamente. La mayoría de las estimaciones colocan a la energía usada en la agricultura, en así el 3% del total de energía demandada por los E.U.A., Es decir  $0.59 \times 10^{15}$  Kilocalorías anualmente. De esta cantidad casi una tercera parte se usa en la fase de producción y dos terceras partes se consume en la manufactura de los insumos agrícolas (fig. 2). Alrededor del 80% de la energía usada en la agricultura, se consume en forma de combustibles líquidos del petróleo y gas natural.

Steinhart y Steinhart (J. S. Steinhart and C. E. Steinhart. 1974) Describieron la estrecha relación existente desde 1920, entre el rendimiento de la granja y la cantidad de energía consumida por el sistema de producción de alimentos de E.U.A. Su información indica

que la eficiencia existente entre los rendimientos de la granja y el consumo de energía, ha disminuido un poco en los últimos años, lo cual refleja la importancia y necesidad de mejorar la eficiencia del uso de la energía en la agricultura.



La labranza tradicional requiere grandes cantidades de combustible, mucho del cual se usa en la preparación del terreno para la siembra (barbecho y rastreo). (Vease cuadro 6). Puesto que el barbecho, la rastra y algunos recorridos que se hacen con la maquinaria se eliminan con el sistema de combustible con este sistema. Sin embargo, los requerimientos de herbicida en el sistema de labranza cero, reducen algunas de estas ganancias. La eliminación del barbecho y rastreo en el sistema de labranza cero,



y consecuentemente, la mayor necesidad en la reparación de la maquinaria, dio por resultado un ahorro anual aproximado de energía, de 36.6 Litros de diesel por hectárea. Los pesticidas que se deben aplicar en el sistema de labranza cero, reducen en 1.65 litros aproximadamente el ahorro mencionado. La cantidad extra de semilla que se debe sembrar en la agricultura de labranza cero, reduce en un litro más el ahorro de combustible por hectárea. Por tanto, la energía ahorrada en la producción de un hectárea de maíz bajo el sistema de labranza cero, es equivalente a 33 litros de diesel por año, en comparación con la labranza tradicional. Esta cantidad representa aproximadamente un 7% menos de energía al año. En el cultivo de la soya hay ahorro del 18% de energía en favor de la labranza cero, es decir, en la labranza cero se consumen  $1427 \times 10^3$  kcal/ha/ y en la labranza tradicional  $1735 \times 10^3$  kcal/ha/, diferencia que es equivalente a 31.4 Litros de diesel por hectárea. Como el fertilizante nitrogenado normalmente no se usa en la producción de soya debido a que la soya es una leguminosa, el porcentaje de ahorro de energía es mayor. En el caso del maíz, el mayor consumo de energía se debe a la fertilización nitrogenada. En términos generales, se recomiendan de 100 a 175 unidades de nitrógeno por hectárea para la producción de maíz, dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones climáticas. En el ejemplo mostrado en el cuadro 6, el fertilizante nitrogenado representa casi un medio de la energía requerida. En la mayoría de los suelos, el nitrógeno es el elemento más importante para la producción del maíz, debido a que este es el nutrimento que se

absorbe en mayores cantidades. En el cuadro 7 se observa que la eficiencia de la energía de cada unidad de fertilizante nitrogenado aplicado al maíz, bajo el sistema de labranza cero, es mayor a la eficiencia de la energía del fertilizante nitrogenado aplicado en la labranza tradicional. Puesto que la respuesta al fertilizante nitrogenado es mayor en el sistema de labranza cero (Fig. 1), Los valores de la eficiencia de la energía también son mayores.

La cantidad de energía requerida en diferentes operaciones realizadas en el campo, se ve afectada por varios factores que no están incluidos en el cuadro 6. El tener un tamaño adecuado entre el tractor, topografía y tipo de suelo, pueden ejercer gran influencia en el consumo de energía en las actividades del campo. Los terrenos que son pequeños y tienen formas y pendientes irregulares, requieren de más tiempo y energía en su manejo, especialmente donde la labranza tradicional debe hacerse al contorno para controlar la erosión del suelo. Las ventajas de la labranza tradicional, se acentúan notablemente cuando se trabaja en suelos con altos contenidos de arcilla, pues en este tipo de suelos se requieren grandes cantidades de energía para realizar la labranza, especialmente en aquellas operaciones que involucran el movimiento del suelo, tales como el barbecho y el rastreo. Por otra parte, con el sistema de labranza cero se hacen menos indispensables las prácticas tradicionales del control de la erosión (surcado al contorno, fajas de cultivos al contorno y terrazas).

CUADRO 6 COMPARACION DEL CONSUMO DE ENERGIA REALIZADO EN LA PRODUCCION DE MAIZ, BAJO EL SISTEMA DE LABRANZA TRADICIONAL Y DE LABRANZA CERO. (STEINHART Y STEINHART 1974).

CONSUMOS EN EL MANEJO Y OPERACION	REFERENCIA	REQUERIMIENTOS DE ENERGIA POR UNIDAD DE CONSUMO (KCAL*10 <sup>3</sup> )	SUPUESTOS	ENERGIA REQUERIDA POR LA LABRANZA TRADICIONAL	CERO
Maquinaria, fabricación y reparación	(29)	20.5 Kg	11.6 Kg/ha. Para labranza tradicional; 9.5 Kg/ha para labranza cero. (Basado en granjas de 240 has.)	237	195
Fertilizante	(29)				
Nitrogenado		13.9/Kg (como n)	140 kg/ha.	1,946	1,946
Fósforo		1.8/Kg (como p <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	70 kg/ha.	126	
Potasio		1.1/Kg (como K <sub>2</sub> O)	70 kg/ha	77	77
Semilla	(30)	400/kg	15.98 Kg/ha para tradicional 3.4 Kg. De ingrediente activo para labranza cero	64	73
Herbicidas e insecticidas	(29)	2.2/Kg de ingredientes activos	2.3 Kg. De ingrediente activo para tradicional; 3.4 Kg. De ingrediente activo para labranza cero.	56	62
Barbecho	(30)	235/ha.		235	
Estrac	(30)	82/ha.	Una vez	82	
Siembra	(30)	63/ha.	75 Cm. Entre surcos	63	83
Aplicación de herbicidas	(31)	17/ha.		17	17
Fertilizantes	(30)	18/ha.		18	18
Cosecha mecánica	(30)	129/ha.	75 Cm. Entre surcos	120	128
Secado de grano	(29)	0.15/Kg.	25 A 15% de humedad (9000 kg/ha rend.)	1,350	1,350
Transporte de grano	(29)	0.033/Kg. (3 Kg de distancia)			
<b>T O T A L</b>				<b>4,716</b>	<b>4,392</b>

CUADRO 7. COMPARACION DE LA EFICIENCIA DE LA ENERGIA DEL FERTILIZANTE NITROGENADO PARA LA PRODUCCION DE MAIZ EN KENTUCKY, BAJO EL SISTEMA DE LABRANZA CERO Y LABRANZA TRADICIONAL. (STEINHART Y STEINHART. 1974)

RENDIMIENTO Y CONSUMO	ENERGIA REQUERIDA POR HECTAREA (KCAL X 10E3)	
	LABRANZA CERO	LABRANZA TRADICIONAL
PRIMEROS 85 KG DE FERTILIZANTE NITROGENADO POR HA		
Rendimiento de la cosecha*	11,171	5,077
Gasto para la producción+	1,756	1,457
Ganancias (+) ó pérdidas (-)	+9,415	+3,620
SEGUNDOS 85 KG DE FERTILIZANTE NITROGENADO POR HA		
Rendimiento de la cosecha*	4,786	131
Gasto para la producción+	1,424	1,196
Ganancias (+) ó pérdidas (-)	+3,362	-1,065

\* 3.73 x .10e3 Kcal por kilogramo de grano. Basado en el incremento del rendimiento debido a los primeros 85 kg de fertilizante nitrogenado.

+ Incluye la energía requerida en la fabricación del fertilizante nitrogenado, aplicación del fertilizante al suelo y secado y transporte del grano al mercado. 3.73 x 10e3 Kcal por kilogramo de grano. Basado en el incremento del rendimiento debido a los segundos 85 kg de fertilizante nitrogenado.

Además, la menor pérdida de nutrimentos en el sistema de labranza cero, proporciona algunos de los ahorros inmediatos de energía. Cuando la erosión se presenta en pequeña escala, la energía que se ahorra también es pequeña; sin embargo, cuando la erosión es severa, se requieren grandes cantidades de energía para restaurar la productividad de los suelos (27).

La energía que se ahorra al utilizar el sistema de labranza cero puede parecer pequeña cuando se expresa a nivel de hectárea,

pero es relativamente grande cuando se expresa a nivel nacional. Si en forma conservadora se estima que para el año 2000 (5) se siembra con el sistema de labranza cero, el 65% de la superficie cultivada con maíz y soya (35 millones de hectáreas al año), entonces el potencial de ahorro de energía sera de  $14.9 \times 10^{12}$  kcal ó 1.5 Billones de litros de diesel por año. Aunque estos ahorros pueden tener un efecto pequeño en el uso de la energía a nivel nacional, pueden ser significativos para un granjero en particular.

#### 4.8. Enfermedades y problemas de insectos

Algunas enfermedades de las plantas, (V. Vazquez a. 1986) Tales como "quiebra paja o mancha ocular" en el trigo, ocurren con menos frecuencia en el sistema de labranza cero que en el de labranza tradicional. En forma contraria, la antracnosis temprana del maíz ocurre menos frecuentemente en la labranza tradicional. Algunos investigadores se ha mantenido preocupados debido a que la labranza cero, al conservar los residuos de los cultivos sobre la superficie del suelo, puede propiciar el establecimiento de un habitat adecuado para el desarrollo de los organismos dañinos. Sin embargo, existen ciertos aspectos benéficos relacionados con la practica de la labranza cero que no deberían pasarse por alto. La conservación de la humedad y la reducción de la compactación del suelo, son factores que contribuyen a la producción de plantas sanas que resisten más las enfermedades y el ataque de los

insectos. A manera de ejemplo se citara el hecho de que el maíz y el sorgo son menos afectados por la pudricion del tallo bajo un sistema de labranza cero, debido a que las plantas son más vigorosas y consecuentemente más resistentes a esta enfermedad. Por otra parte, al evitar muchos de los daños que produce la labranza a las plantas, estas pueden resistir mejor el ataque de las enfermedades.

Haciendo caso omiso del sistema de labranza usado, existen dos practicas que reducen el ataque de las enfermedades. Primero esta el uso de variedades o híbridos que son resistentes a las enfermedades, particularmente en áreas donde se sabe que los cultivos están sometidos a ataques severos de enfermedades. Segundo y tal vez el más importante, es la practica de la rotación de cultivos, la cual beneficia el control de enfermedades en casi todos los sistemas de labranza.

Dependiendo del clima, la presencia de los residuos vegetales en la superficie del suelo puede ser ventajosa para el control de insectos dañinos. En áreas con un gran numero de predadores, tales como las zonas tropicales, los insectos dañinos están sujetos al control biológico. En áreas donde este control no es efectivo y los residuos vegetales forman un habitat adecuado para el establecimiento de las poblaciones de insectos dañinos, estos

pueden controlarse en forma adecuada con insecticidas del suelo. Los insecticidas sistemicos proporcionan una proteccion adecuada cuando se aplican en una banda que se localiza cerca de la semilla.

#### 4.9. Producción agrícola con el sistema de labranza cero

El potencial de los multicultivos puede ser el factor más importante en la agricultura con la labranza cero (V. Vazquez A. 1986). Todas las ventajas de la labranza cero se hacen más importantes en los multicultivos. Estas ventajas incluyen (i) la reducción de las labores agrícolas y los costos; (ii) la eliminación de la perdida de humedad del suelo asociada con la labranza tradicional al momento de la siembra, asegurando el establecimiento de segundos y terceros cultivos en lugares con precipitación limitadas; (iii) la producción de más de un cultivo por año, lo cual incrementa el uso de la tierra; (iv) además la reducción de la erosion del suelo; (v) el mantenimiento de la estructura del suelo al eliminarse el barbecho y la preparación del suelo y (vi) el tiempo ahorrado en la plantación del segundo y tercer cultivo cuando el tiempo de siembra es muy importante.

Con el sistema de labranza cero, la cosecha puede ser seguida inmediatamente por la siembra del siguiente cultivo, reduciendo el retraso entre los cultivos. En suelos bien drenados, los cultivos sembrados con labranza cero pueden establecerse bajo un amplio rango de condiciones de humedad del suelo, lo cual no sucede en los

cultivos sembrados con labranza tradicional. Además, esto reduce el tiempo necesario para que el siguiente cultivo de la secuencia de multicultivos sea sembrado. Los cultivos usados en el sistema de multicultivos incluyen al maíz, soya, sorgo, girasol, lino y otros de dependen de las condiciones climáticas.

#### 4.10. Potencial de la producción de cultivos con labranza cero nivel mundial

los factores que regirán el uso de la labranza cero a través del mundo son: (V. Vazquez A., Agricultura con labranza cero y tradicional. S.A.R.H. 1986) (i) La erosión de los suelos usados en la producción de cultivos; (ii) el drenaje del suelo; (iii) clima, (iv) disponibilidad y costo del combustible para la agricultura; (v) oferta de mano de obra; (vi) potencial para los multicultivos, los cuales dependen del clima y mercado y (vii) desarrollo de tecnología y manejo adecuado a las necesidades para la adopción de la agricultura con labranza cero.

Las investigaciones realizadas en las zonas tropicales, sobre el uso de la labranza cero y la labranza tradicional, junto con las investigaciones realizadas en el sur de la faja maicera, con respecto al incremento de la producción y a la reducción de la erosión, indican que la fragilidad de los suelos tropicales puede ofrecer grandes oportunidades para aprovechar las ventajas de la labranza cero, en comparación con cualquier otro tipo de suelos en el mundo.



El instituto internacional de agricultura tropical de Nigeria ha conducido recientemente estudios sobre la aplicabilidad de la labranza cero en una gran variedad de suelos y cultivos de africa occidental. Lal (r. Lal, 1974) encontró que el sistema de labranza cero y que la erosion del suelo se controla en forma adecuada. Los suelos tropicales se caracterizan por tener una capa superficial delgada y un potencial de erosion muy alto, debido a que están expuestos a fuertes precipitaciones. Consecuentemente, el tipo y cantidad de labranza juega un papel importante en el control de la erosion en los trópicos. De acuerdo con lal (r. Lal, 1974), las ventajas de la labranza cero en los ambientes tropicales son: (i) el mejoramiento de la estructura y porosidad del suelo (ii) el humedad del suelo en la superficie, (iv) la reducción de la temperatura máxima diaria del suelo en la superficie, hasta un nivel más favorable para el desarrollo de las plantas, (v) el mantenimiento de la materia orgánica del suelo y (vi) el mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua.

Los resultados obtenidos en America del sur y Filipinas (V. Vazquez A. 1986), asi como otras partes de Asia, tambien indican que la labranza cero pronto se usara ampliamente en muchas partes del mundo. Aunque el sistema ha sido adoptado principalmente por los grandes agricultores, es probable que tambien tenga éxito en las pequeñas granjas agrícolas. La energía requerida en la preparación del suelo para la siembra, con el uso de herramientas manuales, en muchos casos limita el area total de cultivos

alimenticios que una familia puede sembrar. Por otra parte, en Colombia se ha demostrado que con aplicaciones cuidadosas de herbicidas por medio de un pequeña aspersora manual, el maíz puede crecer en forma satisfactoria sin la labranza.

## V OBJETIVO

Utilizar la labranza cero como una alternativa para reducir el desfase del patrón del cultivo trigo-sorgo.

### 5.1 Hipotesis:

Comprobar, que la labranza cero mantiene los mismos rendimientos en los cultivos que la labranza tradicional y además disminuye los costos de producción.

## VI ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Bajo las consideraciones planteadas se vislumbran las siguientes alternativas de solución:

6.1. Cambio en el patrón de cultivos. Esta solución parece poco viable en el corto plazo, pues depende de algunas condiciones que es necesario considerar antes de tomar una decisión al respecto la soya aparece como principal opción para establecer una rotación con trigo, similar a la que ya se da en el noroeste del país, mientras que la colza ofrece perspectivas para una rotación con sorgo. Ambas oleaginosas ofrecen una solución en el mediano plazo, ya que además del periodo que requiere su difusión y reconocimiento por los agricultores, su aceptación depende en gran parte del establecimiento en la región de agroindustrias productoras de aceite y pastas, que permitan una comercialización oportuna y un precio al producto que posibilite a los productores ingresos superiores a los obtenidos con los cultivos actuales. Los cuales ofrecen ventajas como: alta productividad, proceso productivo totalmente mecanizado y rápida comercialización. Además es importante que los agronegocios estén en condiciones para suministrar los insumos que requieren estos nuevos cultivos.

En ambos casos, soya y colza, se han iniciado trabajos en la región para dar a conocer entre los productores sus

ventajas, y se han establecido agroindustrias que prometen una solución al problema de la comercialización del grano, dependerá en gran parte de la rentabilidad del cultivo que en el mediano plazo ocurran modificaciones en el actual patrón trigo-sorgo.

6.2. Cambio en el material genético utilizado. Las expectativas de contar en el corto y mediano plazo con genotipos, tanto de trigo como de sorgo, de ciclo precoz con rendimientos aceptables son reducidas, actualmente se cuenta con materiales de ciclo corto que presentan una opción válida para condiciones excepcionales como podría ser baja disponibilidad de agua, pero que bajo condiciones normales son superados por los ciclos más largos, y por ello estas últimas son preferidas por los productores.

6.3. Reducir las labores de preparación del suelo sin menoscabo de la productividad. Experiencias en muchos países indican que bajo ciertas condiciones es innecesario el laboreo para la obtención de cosechas, de demostrarse tal aseveración su aplicación sería una opción importante para la solución al problema de limitación en tiempo de patrón trigo-sorgo. Si fuera posible eliminar en uno, o en los dos cultivos, las labores de resiembra conservando la producción unitaria, se invertirá la actual tendencia con respecto a las fechas de siembra.

Esta ultima opción fue la que se considero como la más viable de implementar en el corto plazo, estableciéndose un programa para validar a nivel comercial la factibilidad de eliminar la labranza en los cultivos de trigo y sorgo, a través del establecimiento de parcelas en terrenos de productores cooperantes.

## VII PROGRAMA DE LA LABRANZA CERO

La producción de cultivos en la actualidad se realiza principalmente con laboreo intensivo, moviendo el suelo un cierto número de veces con el propósito ya sea de formar una cama de siembra, de eliminar malas hierbas o arrimar tierra a la base de las plantas. Sin embargo, ello frecuentemente también contribuye a la compactación de los suelos agrícolas. La labranza comúnmente utilizada en el estado de Guanajuato, con los cultivos en surcos, involucra un barbecho, uno o varios pasos de rastra y una o varias escardas después de haber emergido las plantas. A este proceso se le conoce como labranza tradicional.

La labranza cero, al contrario de la labranza tradicional, consiste en colocar la semilla dentro del suelo sin necesidad de labrar, solo mediante la apertura de un surco con la amplitud y profundidad suficiente para que dicha simiente quede cubierta y en contacto con el suelo; bajo este proceso las labores secundarias quedan eliminadas, y para el control de la maleza se recurre al uso de herbicidas. Las coberturas con residuos vegetales son parte importante para el éxito de esta técnica de producción.

La labranza cero combina labores culturales similares a las usadas en el inicio de la agricultura, con técnicas de producción modernas, contándose entre sus principales ventajas, las siguientes:

- 1.- Reducción de la erosión del suelo causada por viento y lluvia.
- 2.- Incorpora a la agricultura terrenos con excesiva pendiente, los cuales es imposible cultivar bajo labranza tradicional.
- 3.- Reducción en los requerimientos energéticos, contribuyendo a la conservación del agrosistema.
- 4.- Reducción en los tiempos requeridos para la producción, permitiendo el establecimiento de cultivos múltiples.
- 5.- Aumenta la eficiencia en el uso del agua, a disminuir la evaporación y aumentar la capacidad de infiltración en el suelo.
- 6.- Reducción en la inversión por maquinaria, y consecuentemente disminuye los costos de producción.
- 7.- Conservación de las propiedades físicas del suelo.

Las desventajas asociadas con la labranza cero se mencionan a continuación:

- 1.- Incremento en la población de maleza, insectos y enfermedades al proporcionar un habitat favorable para



estos. Los roedores tambien pueden verse beneficiados. La reducci3n en la labranza generalmente se asocia con un mayor uso de agroquimicos.

- 2.- Reducci3n en las alternativas de manejo, en relacion con la labranza tradicional, por lo que se requiere de una mayor capacidad tecnica para corregir las limitantes de la producci3n.
- 3.- Reducci3n en la temperatura del suelo, lo cual puede retrasar el establecimiento de los cultivos en climas templados.

Los agricultores de varias partes del mundo han considerado que las ventajas de la labranza cero est3n por encima de sus desventajas, adopt3ndola para la producci3n de sus cosechas, debido a que aumenta los ingresos netos de los productores en sus operaciones agricolas, pero principalmente porque conserva un recurso b3sico, el suelo.

## VIII MATERIALES Y METODOS

En el presente escrito se reportan los resultados obtenidos durante los ciclos agrícolas O-I 86/87, O-I 87/88 y P-V 88/88, en los mismos se establecieron 11 parcelas con agricultores cooperantes para estimar la probabilidad de producir trigo, en O-I, y sorgo, en P-V, bajo labranza cero; durante el proceso y debido a imprevistos se tuvo dos modalidades de labranza; parcelas sin labranza alguna durante todo el ciclo de cultivo o labranza cero, y parcelas sin labranza en presiembra pero con escardas después de emergidas las plantas o labranza reducida. El resto de las labores de cultivo se realizaron respetando el manejo tradicional del agricultor. En el cuadro 8 se presenta la relacion de parcelas, con su ubicacion y tipo de labranza.

Las parcelas se ubicaron en el Distrito de Desarrollo Rural 005, las características de cada una de las parcelas se muestran en el cuadro 9. En total se sembraron 186 ha en cuatro ciclos de siembra, correspondiendo 75 ha. trigo en Otoño-Invierno, y 111 ha. a sorgo en Primavera-Verano. En la siembra de trigo se utilizo una sembradora para labranza de granos pequeños marca Moore, y para sorgo se uso una sembradora no-tillage spacial 333 allis chalmer.

CUADRO 8 PREDIOS DONDE SE UBICARON LAS PARCELAS CON LABRANZA CERO  
Y LABRANZA REDUCIDA. SALAMANCA, GTO.

PARCELA	PRODUCTOR	PREDIO	LABRANZA	CICLO
1	Hugo Ortiz	Crucitas	cero	oi 86'87
2	Eduardo Rangel	Crucitas	cero	oi 86'87
3	Jaime de la Peña	Cerro gordo	cero	oi 86'87
4	Martha Montibeller	El monte	reducida	oi 86'87
5	Jorge Ramos	El coecillo	reducida	oi 86'87
6	Eduardo Rangel	Crucitas	reducida	pv 87'87
7	Ignacio González	San Roque	reducida	pv 87'87
8	A. Vidal Ortega	Lázaro Cárdenas	reducida	pv 87'87
9	Carlos Muñoz	El tajo	cero	oi 87'88
10	Hnos. Carrera	El calabazo	reducida	pv 88'88
11	Carlos Muñoz	El tajo	reducida	pv 88'88

CUADRO 9 CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS SEMBRADAS CON LABRANZA  
CERO Y LABRANZA REDUCIDA. SALAMANCA, GTO.

CICLO	PARCELA	CULTIVO	VARIEDAD (HA)	SUPERFICIE	FECHA DE SIEMBRA
OI 86'87	1	Trigo	Salamanca	22	XII-28-86
	2	Trigo	Salamanca	12	I-02-87
	3	Trigo	Salamanca	02	XII-26-86
	4	Trigo	Salamanca	10	XII-23-86
	5	Trigo	Salamanca	08	XII-26-87
Sub-total				54	
PV 87'87	6	Sorgo	Wac 696-r	12	VI-10-87
	7	Sorgo	Wac 696-r	04	VI-05-87
	8	Sorgo	Wac 696-r	18	VI-03-87
Sub-total				34	
OI 87'88	9	Trigo	Salamanca	21	XII-18-87
Sub-total				21	
PV 88'88	10	Sorgo	Nk-2884	57	VI-07-88
	11	Sorgo	Wac 696-r	20	VI-14-88
Sub-total				77	
total				186	

## IX. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 10 se muestran los rendimientos obtenidos para las distintas parcelas establecidas, además la relación beneficio-costó resultante. Los datos presentados nos indican que con excepción de la parcela 9, sembrada con trigo en el ciclo O-I 87/88, en el resto se obtuvieron rendimientos bastante aceptables, si consideramos los rendimientos promedios de la región, 6.5 ton/ha para el sorgo y 5.5 ton/ha para el trigo.

CUADRO 10 RENDIMIENTO Y RELACION BENEFICIO/COSTO OBTENIDOS EN LAS PARCELAS CON LABRANZA REDUCIDA. SALAMANCA, GTO.

PARCELA CULTIVO LABRANZA			RENDIMIENTO	BENEFICIO	COSTO	B/C
			(TON/HA)			
1	Trigo	cero	7.079	\$1,026,455.00	\$310,260.00	3.31
2	Trigo	cero	5.730	\$830,850.00	\$310,260.00	2.68
3	Trigo	cero	6.170	\$894,650.00	\$310,260.00	2.88
Promedio			6.326	\$917,318.00	\$310,260.00	2.96
4	Trigo	reducida	5.888	\$853,760.00	\$327,585.00	2.61
5	Trigo	reducida	6.681	\$968,745.00	\$327,585.00	2.96
Promedio			6.285	\$911,253.00	\$327,585.00	2.78
6	Sorgo	reducida	9.130	\$1,141,685.00	\$319,142.00	3.58
7	Sorgo	reducida	7.200	\$812,350.00	\$343,205.00	2.37
8	Sorgo	reducida	6.400	\$807,758.00	\$261,242.00	3.74
Promedio			7.577	\$920,598.00	\$292,863.00	3.23
9	Trigo	cero	3.782	\$1,285,880.00	\$538,105.00	2.39
Promedio			3.782	\$1,285,880.00	\$538,105.00	2.39
10	Sorgo	reducida	8.500	\$2,550,000.00	\$990,400.00	2.57
11	Sorgo	reducida	9.000	\$2,700,000.00	\$1,048,425.00	2.58
Promedio			8.750	\$2,650,000.00	\$1,019,413.00	2.58

La baja productividad resultante en la parcela 9 fue ocasionada por factores no relacionados directamente con la labranza, siendo los bajos rendimientos más bien el resultado de una siembra deficiente con baja población de plantas, originada por la excesiva cantidad de basura en la semilla, lo cual a su vez origina problemas en la calibración de la sembrada empleada. Como consecuencia de lo anterior estas parcelas se vieron afectadas por maleza, lo cual, sumado a la baja densidad de población, se reflejó en una baja productividad.

El beneficio económico obtenido también fue bastante aceptable, la relación beneficio/costo indica que la inversión hecha para la producción de sorgo o trigo bajo labranza cero se recupera con una ganancia superior en 1 y hasta dos veces el monto de la inversión realizada, aun para aquellos casos donde la productividad fue baja, como en la parcela 9. Ello se debe en parte a la reducción en los costos de producción, ocasionada por la eliminación de labores de labranza.

Por otra parte, en el cultivo del sorgo no fue posible establecer parcelas con labranza cero, pues siempre fue necesario efectuar escardas para eliminar las malas hierbas. Ello se debió a un control de maleza, distintos a la labranza.

En el cuadro 6a y en las figuras 7a, 8a, 9a y 10a se presenta el comportamiento promedio, para cada ciclo, de las parcelas con

labranza cero y reducida en relacion a parcelas con labranza tradicional tomadas al azar como referencia. Esta informacion permite visualizar más claramente los resultados obtenidos, estos nos indican que tanto la productividad como los beneficios económicos obtenidos con la labranza cero o reducida son iguales o superiores a los alcanzados con la labranza tradicional.

En general los resultados nos dirigen a pensar que para alcanzar los niveles productivos actuales no es estrictamente necesaria la labranza, al menos en los niveles a que se aplica en la formación de la cama de siembra, represento un gran ahorro de tiempo, reduciendo el desfazamiento con respecto a las fechas de siembra recomendadas, especialmente en el caso del trigo.

Sin embargo, la experiencia vivida en el ciclo O-I 87/88, nos indica que es necesario considerar algunas limitantes antes de implementar un programa ambicioso, principalmente en lo que se refiere a la escasez de personal tecnico capacitado en los procesos productivos que requiere la labranza cero. Otro aspecto importante es la baja existencia en el país de equipos para labranza cero y la inexistencia de programas de crédito que apoyen la adquisición de estos.

## X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados indican que es posible reducir la labranza en los cultivos de trigo y sorgo sin afectar la productividad, principalmente la labranza que se realiza con maquinaria previa a la siembra.

10.1 En general, las principales ventajas de la reducción en las labores de preparación del suelo para la siembra son:

- 1.- Se evitan labores lo cual significa un ahorro en tiempo, ello posibilita tanto para sorgo como para trigo, la siembra en la época con mayor potencial productivo.
- 2.- Se reducen los costos de producción, impactando positivamente la relación beneficio/costo.

10.2 Las principales desventajas detectadas fueron:

- 1.- La necesidad de utilizar maquinaria especializada para la siembra sin labores de presiembra, lo cual crea la necesidad de crear líneas de crédito o programas de apoyo para la adquisición de dicha maquinaria. Además de capacitar a nuestros técnicos en el manejo eficiente de este tipo de implementos.

- 2.- Una mayor incidencia de maleza, lo cual crea la necesidad de capacitar a nuestros técnicos en métodos de control de malas hierbas distintos a la labranza.

### 10.3 Recomendaciones

Establecer un programa de labranza cero o reducida persiguiendo los objetivos:

- 1.- Demostrar a los productores la factibilidad de reducir o eliminar la labranza en la producción de sorgo y trigo, sin efectos negativos en la productividad.
- 2.- Buscar ante las instituciones del sector, principalmente entre las financieras, el apoyo a programas con labranzas cero.
- 3.- Capacitar al personal de asistencia de técnica asignada al programa, en un proceso de producción de sorgo y trigo sin labranza, principalmente en el manejo de la maquinaria especializada que se requiere y en opciones de control de maleza distintas a la labranza.
- 4.- Obtener información que permita evaluar los efectos de la labranza cero sobre los suelos de la región.



Para lo anterior es necesario la adquisición y difusión de maquinaria para labranza cero, con ello se programaran mas adecuadamente las parcelas requeridas para el logro de los objetivos planeados asi mismo, se requiere la asignación por parte de las instituciones de personal tecnico cuya unica responsabilidad sea el establecimiento y conducción de las parcelas de labranza cero o reducida.

Finalmente es conveniente señalar que con la apertura del tratado de libre comercio, puede haber un cambio en el padron de cultivos en Guanajuato, debido a la liberacion de la importacion del sorgo al consumidor de este cultivo le es más costeable importar en forma ministrada sus necesidades que almacenar durante todo el año el grano, ya que tiene que recurrir a altos financiamientos; y ante esta situación existe el interés de cambiar el padron de cultivos de sorgo por maíz, principalmente porque este tiene precio de garantía y por lo tanto no se ve afectado en la comercializacion siempre y cuando exista la demanda.

Sin embargo lo anterior no es fácil realizarlo a corto plazo, ya que en el mercado no existe gran disponibilidad de semillas certificadas recomendadas para Guanajuato. Desde el punto de vista agronómico seria más recomendable establecer la rotación de gramíneas leguminosas, en este caso seria trigo en Otoño-Invierno y soya en primavera-verano, pero la soya presenta la misma situación que el sorgo, es decir esta liberada la importacion y los

pagos de aranceles son bajos, por lo tanto, el problema repercute en la comercialización.

Otro cultivo que podría sembrarse en lugar de trigo y sorgo sería la rotación de la colza en Otoño-Invierno y maíz en Primavera-Verano, pero resulta que en Guanajuato no se tiene la suficiente infraestructura industrial que consuma los productos derivados de la colza en tal superficie.

Por lo anterior, el cambio de maíz por sorgo en Guanajuato puede ser la alternativa, pero como se mencionó anteriormente, persistiendo el precio de garantía, por que al regirse los cultivos por el precio internacional, agrónomicamente no resolveremos esta situación en Guanajuato, mediante la rotación de cultivos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- S. H. PHILLIPS AND H. M. YOUNG. NO-TILLAGE FARMING (RIEMAN, MILWAUKEE, WIS., 1973).
- 2.- G. B. TRIPLETT, JR., AND D. M. VAN DOREN, SCI. AM. 236.28 (1977).
- 3.- SEE J. SOIL WATER CONSERV. 32.9 (1977); SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA, PROCEEDINGS OF A NATIONAL CONFERENCE ON CONSERVATION TILLAGE. ANKENY, IOWA (1973). PP. 1-241.
- 4.- SEVERAL OTHER TERMS, SUCH AS ZERO TILLAGE, MINIMUM TILLAGE, REDUCED TILLAGE, MULCH TILLAGE, DIRECT SEEDING OR DRILLING, SOD PLANTING, STUBBLE PLANTING, AND ECOLOGICAL SYSTEMS, ARE SOMETIMES USED TO DESCRIBE SYSTEMS SIMILAR TO WHAT WE ARE DEFINING AS NO TILLAGE.
- 5.- U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, OFFICE OF PLANNING AND EVALUATION, "MINIMUM TILLAGE: A PRELIMINARY TECHNOLOGY ASSESSMENT". PART II OF A REPORT FOR THE COMMITTEE ON AGRICULTURE AND FORESTRY, UNITED STATES SENATE. (GOVERNMENT PRINTING OFFICE, PUBL. NO. 57-398. WASHINGTON, D.C., 1975).

## BIBLIOGRAFIA

- 6.- TOTAL CROPLAND INCLUDES CORN, SORGHUM, SOYBEANS, WHEAT, OATS, BARLEY, RYE, HORTICULTURAL CROPS, PERENNIAL HAY, AND PASTURE AND IDLE OR FALLOW LAND (5).
- 7.- R. E. PHILLIPS, ED., NO TILLAGE RESEARCH CONFERENCE, PROCEEDING (COLLEGE OF AGRICULTURE, UNIVERSITY OF KENTUCKY, 1974).
- 8.- G. B. TRIPLETT, JR., B. J. CONNER, W. M. EDWARDS, OHIO REPORT ON RESEARCH AND DEVELOPMENT (OHIO AGRICULTURAL RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER, WOOSTER, SEPTEMBER-OCTOBER (1978). PP 70-73.
- 9.- C. H. SLACK, R. L. BLEVINS C. E. RIECK, WEED SCI. 26. 145 (1978).
- 10.- K. C. MCGREGOR. I. D. GREER, G. E. GURLEY, AM. SOC. AGRIC. ENG. TRANS. 19.918 (1975).
- 11.- L. L. HARROLD. G. B. TRIPLETT, JR., W. M. EDWARDS. J. SOIL WATER CONSERV. 27, 30 (1972).
- 12.- L. L. HARROLD. G. B. TRIPLETT, JR., W. M. EDWARDS. AGRIC. ENG. 51, 128 (1970).

## BIBLIOGRAFIA

- 13.- G. W. LANGDALE, A. P. BARNETT, J. E. BOX, JR., PROCEEDINGS OF THE FIRST ANNUAL SOUTHEASTERN NO-TILL SYSTEMS CONFERENCE, J. T. TOUCHTON AND D. G. CUMMINGS. EDS. (GEORGIA EXPERIMENT STATION, SPEC. PUBL. NO. 5, EXPERIMENT 1978). PP. 20-29
- 14.- R. LAL. SOIL SCI. SOC. AM. J. 40, 762 (1976).
- 15.- B. L. SCHMIDT AN G. B. TRIPLETT, JR., OHIO AGRIC. RES. DEV. REP. 52, 35 (1967).
- 16.- R. R. ALLEN, B. A. STEWART. P. W. UNGER, SOIL CONSERV. SOC. AM: PROC. 31. III (1976).
- 17.- R. L. BLEVINS. D. COOK. S. H. PHILLIPS, R. E. PHILLIPOS, AGRON. J. 63. 593 (1971).
- 18.- J. N. JONES, J. E. MOODY, J. J. LILLARD, IBID. 69, 719 (1969)
- 19.- R. LAL, PLANT SOIL 40, 129 (1974).
- 20.- INT. INST. TROP. AGRIC. (IBADAN, NIGERIA). TECH BULL. NO. I (1975).

## BIBLIOGRAFIA

- 21.- J. E. MOODY, J. N. JONES, J. H. LILLARD, SOIL SCI. SOC. AM. PROC. 27, 700 (1963).
- 22.- L. R. NELSON, R. N. GALLAHER, R. R. BRUCE, M. R. HOLMES. AGRON. J. 69, 41 (1977).
- 23.- G. B. TRIPLETT. JR., D. M. VAN DOREN, B. L. SCHMIDT, IBID. 60, 236 (1968).
- 24.- W. W. MOSCHLER ET AL., NO-TILLAGE CORN:CURRENT VIRGINIA RECOMMENDATIONS. EXTENSION DIV. PUBL. 342. (VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE AND STATE UNIVERSITY. BLACKSBURG, 1970).
- 25.- U. S. OFFICE OF ENERGY INFORMATION.
- 26.- J. S. STEINHART AND C. E. STEINHART, SCIENCE 184,307 (1974).
- 27.- SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA. "ENERGY AND CONSERVATION OF RENEWABLE RESOURCES. A STATEMENT BY THE SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA" (ANKENY, IOWA, 1978).
- 28.- DATA FROM V. A. BANDEI.

## BIBLIOGRAFIA

- 29.- H. WITTMUS, L. OLSON, D. LANE, J. SOIL WATER CONSERV. 30, 72  
(1975).
- 30.- J. N. WALKER, IN ENERGY IN AGRICULTURE. PROCEEDINGS OF A  
CONFERENCE-WORKSHOP (SOUTHERN REGIONAL EDUCATION BOARD,  
ATLANTA, 1975).
- 31.- V. VAZQUEZ. A. AGRICULTURA CON LABRANZA CERO Y TRADICIONAL.  
S.A.R.H. 1986.

# A P E N D I C E



CUADRO 1A RENDIMIENTO Y RELACION BENEFICIO/COSTO COMPARATIVOS ENTRE  
PARCELAS CON LABRANZA CERO, REDUCIDA Y TRADICIONAL.  
SALAMANCA, GTO.

CICLO	LABRANZA	RENDIMIENTO (TON/HA)	BENEFICIO	COSTO	B/C
OI 86'87	Cero	6.326	\$917,318.00	\$310,260.00	2.96
	Reducida	6.285	\$911,253.00	\$327,585.00	2.78
	Tradicional	4.900	\$710,500.00	\$409,365.00	1.74
PV 87'87	Reducida	7.577	\$920,590.00	\$292,863.00	3.23
	Tradicional	8.000	\$941,650.00	\$338,349.00	2.78
OI 87'88	Cero	3.782	\$1,285,880.00	\$538,105.00	2.39
	Tradicional	5.700	\$1,938,000.00	\$557,995.00	3.47
PV 88'88	Reducida	8.750	\$2,625,000.00	\$1,019,413.00	2.58

CUADRO 2A SUPERFICIE SEMBRADA (HAS) CON LOS CULTIVOS Y EN LOS  
CICLOS QUE SE INDICAN EN LA REGION DEL BAJIO.

CICLO	TRIGO	PERENNES	OTROS	TOTAL
OI 84'85	152607	59409	37463	249479
OI 85'86	144871	69463	45869	260203
OI 86'87	147866	55294	50708	253868
PROMEDIO	148448	61389	44680	253868

CICLO	SORGO	PERENNES	OTROS	TOTAL
PV 85'85	156275	59409	75095	290779
PV 86'86	152456	69463	77982	299901
PV 87'87	155439	55294	103308	314041
PROMEDIO	154723	61389	85462	301574

FUENTE: Distritos de Desarrollo Rural

CUADRO 3A EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO EN GRANO (TON/HA) EN LOS GRUPOS DE GENOTIPOS DE SORGO EN LA REGION DEL BAJIO.

FECHA	TARDIO	GENOTIPOS	
		INTERMEDIO	PRECOZ
Marzo 1	9.20	9.40	4.80
Marzo 16	9.00	9.00	6.80
Abril 1	9.50	9.10	6.90
Abril 16	9.70	8.90	6.50
Mayo 1	10.90	9.50	7.70
Mayo 16	9.30	8.30	7.40
Junio 1	7.90	6.40	4.80
Junio 16	5.10	6.30	4.70
Julio 1	5.80	6.30	3.80
Julio 16	5.50	5.30	3.90

CUADRO 4A EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO (TON/HA) DE LA VARIEDAD DE TRIGO "SALAMANCA" EN LA REGION BAJIO.

FECHAS DE SIEMBRA					
NOV 1	NOV 16	DIC 1	DIC 16	DIC 31	ENE 15
3.80	7.80	8.10	6.90	7.30	3.40

CUADRO 5A AVANCE EN LA SIEMBRA DE SORGO (HAS) EN LA REGION DEL BAJIO, PARA LOS PERIODOS Y CICLOS AGRICOLAS QUE SE INDICAN.

PERIODO	CICLOS AGRICOLAS				%	ACUMULADO	%
	85'85	86'86	87'87	MEDIA			
<Mar 15	233	869	104	402	0.25	402	0.25
Mar 16 a 31	600	968	1261	943	0.62	1345	0.87
Abr 1 a 30	1144	920	581	882	0.57	2227	1.44
Abr 16 a 30	1501	3011	3593	2702	1.75	4929	3.19
May 1 a 15	1141	2877	4631	2883	1.86	7812	5.05
May 16 a 31	17668	30718	7580	18655	12.06	26467	17.11
Jun 1 a 15	24472	24998	15964	21811	14.09	48278	31.20
Jun 16 a 30	82479	61285	70447	71404	46.15	119682	77.35
>Jul 1	27037	26810	51278	35041	22.65	154723	100.00

Fuente: Distrito de Desarrollo Rural

CUADRO 6A AVANCE EN LA SIEMBRA DE TRIGO (HAS) EN LA REGION DEL BAJIO, PARA LOS PERIODOS Y CICLOS AGRICOLAS QUE SE INDICAN.

PERIODO	CICLOS AGRICOLAS			MEDIA	%	ACUMULADO	%
	85'85	86'86	87'87				
<Nov 15	1	2	5	3	0.00	3	0.00
Nov 16 a 30	61	1374	571	668	0.45	671	0.45
Dic 1 a 15	13240	5220	8974	9145	6.16	9816	6.61
Dic 16 a 31	26999	8869	30616	22161	14.93	31977	21.54
Ene 1 a 15	75061	98682	33811	69185	46.61	101162	68.15
Ene 16 a 31	25876	18066	67148	37030	24.94	138192	93.09
>Feb 1	11369	12658	6741	10256	6.91	148448	100.00

Fuente: Distritos de Desarrollo Rural

FIG. 1A SIEMBRA CON TRIGO  
BAJO RIEGO DURANTE EL CICLO 0-I

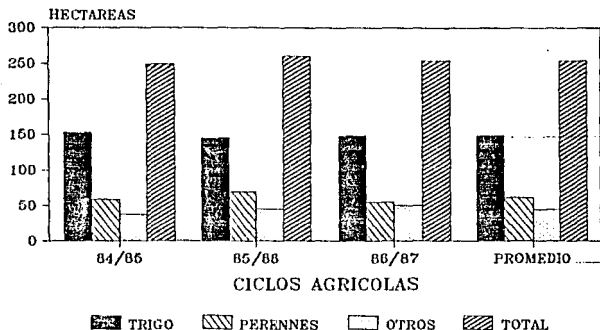


FIG. 2A SIEMBRA CON SORGO  
BAJO RIEGO DURANTE EL CICLO P-V

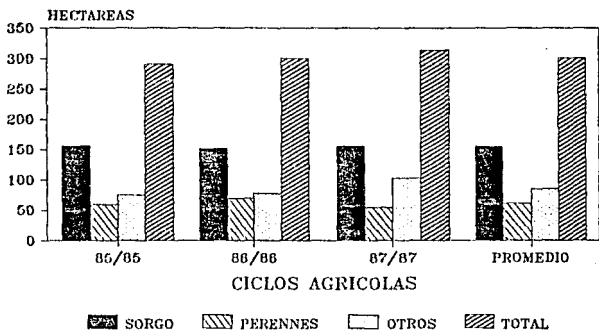


FIG. 3A FECHA DE SIEMBRA  
RENDIMIENTO EN GRANO DEL TRIGO

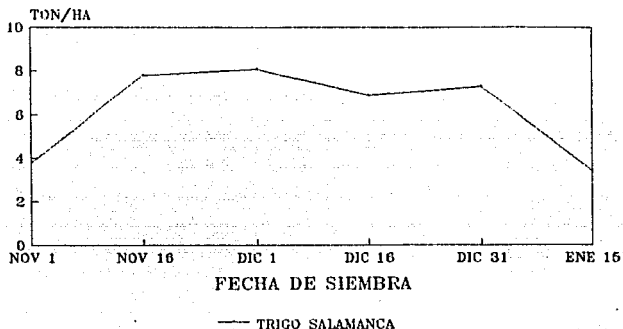


FIG.4A SIEMBRA/REND. GRANO  
3 TIPOS DE VARIEDAD DE SORGO

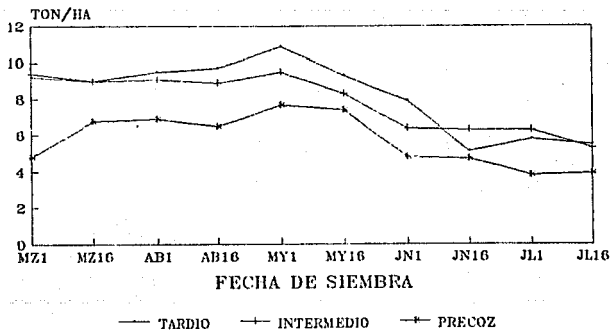


FIG.5A AVANCE SIEMBRA DE TRIGO PROMEDIO DE 3 CICLOS

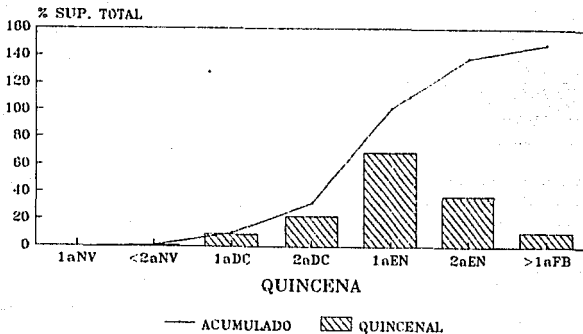


FIG. 6A AVANCE SIEMBRA DE SORGO PROMEDIO DE 3 CICLOS

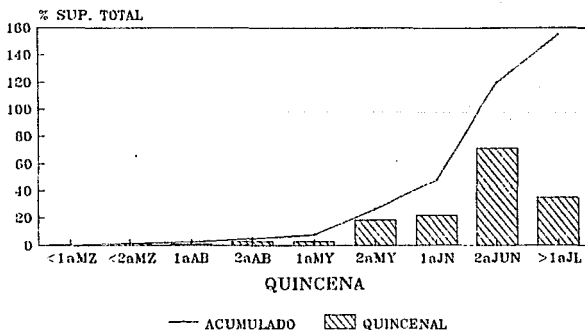


FIG. 7A RENDIMIENTO DE TRIGO  
BAJO LABRANZA CERO/TRADICIONAL

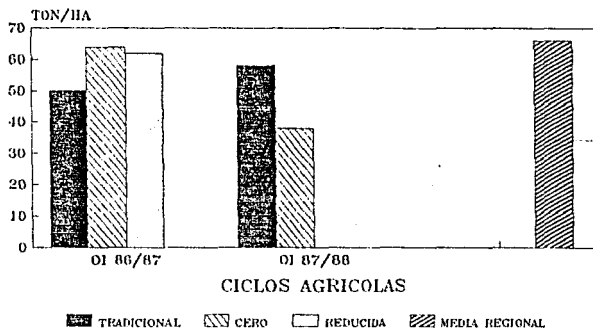


FIG. 8A RELACION TRIGO BAJO  
LABRANZA CERO/REDUCIDA/TRADICIONAL

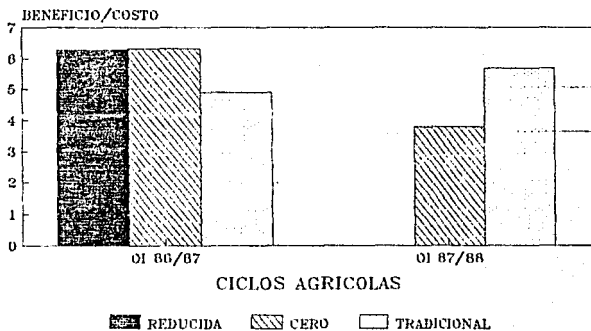


FIG.9A RENDIMIENTO DEL SORGO  
LABRANZA REDUCIDA/TRADICIONAL

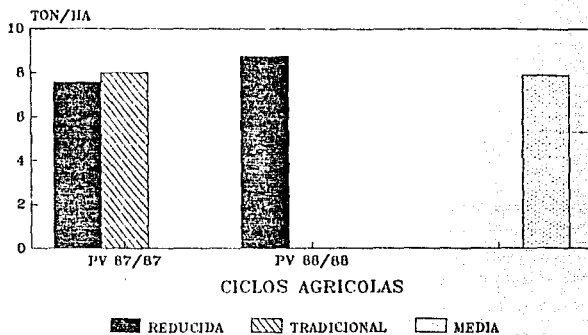


FIG.10A RENDIMIENTO DE SORGO  
LABRANZA REDUCIDA/TRADICIONAL

