

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



DIRECCION ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO DE SISTEMAS DE
LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y SU RELACIÓN
CON EL AGUA EN EL BAJÍO GUANAJUATENSE**



T E S I S
QUE COMO REQUISITO PARCIA
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS E
AGROFORESTERÍA PARA E
DESARROLLO SOSTENIBLE

PRESENTA:

FLOR NOCHEBUENA PELCASTRE

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO MAYO DE 2002

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

B113 97495

DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO DE SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL AGUA EN EL BAJÍO GUANAJUATENSE

Tesis realizada por **Flor Nochebuena Pelcastre**, bajo la dirección del comité asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERIA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE

DIRECTOR:



Dr. LAKSMI. R. KRISHNAMURTY

ASESOR:



Dr. BERNARD TRIOMPHE

ASESOR:



Dr. J. MANUEL ARREOLA TOSTADO

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO DE SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL AGUA EN EL BAJÍO GUANAJUATENSE

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Flor Nochebuena Pelcastre**, autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Estuvo constituido por:

PRESIDENTE: 

Dr. LAKSMI R. KRISHNAMURTY

ASESOR: 

Dr. BERNARD TRIOMPHE

ASESOR: 

Dr. J. MANUEL ARREOLA TOSTADO

DEDICATORIA

A mi familia, el apoyo más importante en mi vida,
quienes siempre me han alentado para realizar mis
sueños, y superarme día con día.

Mis padres, la Sra. Reina Pelcastre Escobar y el
Profr. Fidencio Nochebuena Reyes.

Mis hermanos, Maricela, Xóchitl, Eric y Uri.

Y mi sobrina Berenice.

Y todos aquellos que me ofrecieron una sincera
amistad y que tengo la fortuna de llamarlos
“amigos”.

Mil gracias a todos.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a las personas e instituciones cuyo apoyo hizo posible la culminación de este trabajo.

A la Universidad Autónoma 'Chapingo (UACH) y su personal académico y administrativo, por darme la oportunidad de complementar y ampliar mi visión como profesionista.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, por el financiamiento otorgado, apoyo fundamental para llegar al término de la maestría.

Al Centro de Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), especialmente a las áreas de Recursos Naturales y Economía.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), muy en especial al Centro Experimental del Bajío (CEBAJ), al grupo de investigadores y personal administrativo.

Al Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, y al Programa de Maestría en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, fundamentalmente a su personal administrativo, por el importante apoyo logístico.

Al Dr. Laksmi R. Krishnamurty, director de la presente tesis, y a los Drs. Bernard Triomphe y J. Manuel Arreola Tostado, asesores de esta tesis, por su invaluable apoyo durante la realización del proyecto.

DATOS BIOGRAFICOS

La autora, nació en la ciudad de Coatzacoalcos, Ver., realizando todos sus estudios en el Distrito Federal, se graduó como Técnico Laboratorista Clínico en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 15 “Diodoro Antunez Echegaray” (CECyT 15) y más tarde se recibió como Ingeniero Civil en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Trabajó en la Gerencia de Aguas Superficiales (GASIR) de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y posteriormente en la compañía EA de México, que realizaba estudios y proyectos ambientales.

Para el año de 1999, toma la decisión de ingresar al Programa de Maestría en Agroforestería para Desarrollo Sostenible con sede en la Universidad Autónoma Chapingo, formando parte de la segunda generación de este programa.

RESUMEN

DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO DE SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL AGUA EN EL BAJÍO GUANAJUATENSE.

FLOR NOCHEBUENA PELCASTRE.
(Dirigida por el DR. L. R. Krishnamurty)

El presente estudio se realizó con la finalidad de conocer de manera más profunda el manejo agronómico en parcelas de sorgo bajo distintas modalidades de preparación de suelo, así como el manejo del agua de riego y su relación con el uso de sistemas de labranza de conservación (LC). Dicho estudio fue realizado durante el ciclo de cultivo de Primavera–Verano (P-V), que abarcó los meses de mayo a noviembre del 2000 en el área del Bajío en el estado de Guanajuato, zona agrícola de producción intensiva, donde se desarrollan comúnmente suelos tipo vertisol.

Se trabajó en parcelas de agricultores con distintos grados de conocimiento y adopción de las diferentes técnicas de labranza de conservación (labranza cero, labranza reducida, labranza alternada), en las cuales se hizo el seguimiento agronómico desde la siembra hasta la cosecha y se aplicó a algunos productores una encuesta sobre el manejo del agua de riego en sus parcelas para conocer la influencia del uso de los tipos de labranza en el manejo del agua de riego.

Los productores practican la siembra directa en el ciclo P-V; sin embargo, no se mantiene una cobertura de residuo, además, el manejo del agua de riego no necesariamente es modificado al utilizar otro sistema de labranza. El rendimiento del cultivo no refleja necesariamente el potencial del sistema, sino el nivel de aprendizaje que tienen los productores acerca del sistema de labranza. Las perspectivas en el uso de la LC tienden hacia su aplicación en ambos ciclos de cultivo, siempre y cuando se mejore la asesoría en los aspectos clave de este sistema de labranza.

Palabras claves: labranza de conservación, siembra directa, bajío, cobertura de residuos, manejo de riego.

ABSTRACT

DIAGNOSIS OF USE OF CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS AND ITS RELATION WITH WATER IN THE LOWLANDS OF GUANAJUATO

FLOR NOCHEBUENA PELCASTRE
(Under the direction of L. R. Krishnamurty)

The present study was conducted with the aim of thorough understanding on the agricultural management of sorghum fields under different soil preparations, as well as irrigation water management, and their relation with the use of Conservation Tillage System (CT). This study was conducted during Spring-Summer of 2000, in the lowlands of Guanajuato state of Mexico, an area of intensive agricultural production, where vertisol is the dominant soil type.

The work was done in the fields of farmers with different levels of knowledge and adoption of different conservation tillage techniques (zero tillage, minimum tillage, alternate tillage), where production practices were observed from sowing through harvest; and a questionnaire was applied on certain farmers about irrigation water management on their fields in order to know the influence of the use of tillage types on the management of irrigation water.

The farmers practice the direct sowing during Spring-Summer cycle; however, residual cover is not maintained, and the water management is not necessarily modified by different tillage systems. The crop yield does not reflect necessarily the system's potential, but only the level of technical know-how of the farmers about the tillage systems. It is inferred that the perspectives in the use of Conservation Tillage tends towards its application during both crop cycles, if and when technical service improves the key aspects of the tillage system.

TABLA DE CONTENIDO

I	Introducción	1
II	Justificación	2
III	Marco del trabajo.....	3
IV	Objetivos del trabajo de tesis	4
	<i>General.....</i>	<i>4</i>
	<i>Particulares.....</i>	<i>4</i>
V	Hipótesis.....	4
VI	Revisión de literatura.....	5
	<i>Aspectos biofísicos</i>	<i>5</i>
	Localización, límites y extensión.....	5
	Fisiografía	6
	Tipos de suelo	6
	Uso del suelo	6
	Geología	7
	Clima.....	8
	Temperatura, Precipitación y Evaporación	8
	Hidrografía	10
	Vegetación.....	11
	<i>Hidrología subterránea.....</i>	<i>11</i>
	Aprovechamiento del agua subterránea	12
	Balance del agua subterránea	14
	Calidad del agua subterránea	15
	<i>Hidrología superficial.....</i>	<i>16</i>

Aprovechamiento del agua superficial.....	17
Calidad del agua superficial	17
<i>Situación del agua de riego en el estado</i>	<i>18</i>
Extracción del agua (Eficiencia de los equipos electromecánicos)	20
Conducción del agua.....,	21
Aplicación a nivel parcelario	23
<i>Aspectos socioeconómicos</i>	<i>24</i>
Tenencia de la tierra	24
Organización de productores	24
Asistencia técnica.....	25
Infraestructura agroindustrial	27
<i>Problemática de la Labranza de conservación en el estado.....</i>	<i>27</i>
Antecedentes	27
Descripción y manejo del sistema.....	30
Manejo de residuos	31
Preparación del terreno	32
Manejo.....	35
Beneficios y limitantes de la <i>Labranza de conservación</i>	44
Beneficios de la labranza de conservación.....	44
Limitantes de la labranza de conservación.....	51
Cultivos más comunes bajo LC en el Bajío.	51
Maíz.....	51
Sorgo	52
Trigo.....	53
Implicaciones en la forma de riego cuando se usa LC.....	54
VII Materiales y métodos	55
<i>Identificación de agricultores involucrados en distintos grados en el desarrollo y</i>	
<i>difusión de la siembra directa en el Bajío.</i>	<i>55</i>

<i>monitoreo agronómico de los resultados obtenidos con LC en parcelas de agricultores.</i>	55
<i>Evaluación del uso del agua de riego en parcelas con LC.</i>	60
<i>Análisis de datos</i>	61
Seguimiento agronómico	61
Encuestas de riego	61
VIII Resultados	63
<i>Monitoreo agronómico</i>	63
<i>Costos</i>	76
<i>Manejo del agua</i>	79
Infraestructura de riego	80
Criterios generales para manejo del riego	82
Manejo del riego en la parcela	86
Costo de riego	89
Evolución histórica	90
Perspectivas en el uso de la LC para mejorar la eficiencia del riego	93
IX Discusión de resultados	96
X Conclusiones	101
Literatura citada	104
Anexo I	112
Anexo II	113
Anexo fotográfico	114

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie sembrada en el DR 011 para el ciclo O-I 1999-2000 y P-V 2000...	7
Cuadro 2. Clasificación de climas.....	8
Cuadro 3. Sistemas de LC en la zona de riego del Bajío.	34
Cuadro 4. Mantillo superficial y pérdidas de suelo debido a varios sistemas de labranza del suelo con 5% de pendiente, labrados en contorno, después de maíz y soya.	47
Cuadro 5. Rendimiento promedio por cultivo en varios ensayos de labranza en México.	50
Cuadro 6. Rendimientos de maíz en suelos vertisol con labranza de conservación y labranza tradicional.	52
Cuadro 7. Rendimientos de sorgo en suelos vertisol con labranza de conservación y labranza tradicional.	53
Cuadro 8. Rendimientos de trigo en suelos vertisol con labranza de conservación y labranza tradicional.	54
Cuadro 9. Datos de las parcelas con cultivo de sorgo que fueron monitoreadas.	56
Cuadro 10. Organización del muestreo de parcelas en la zona de riego del Bajío.	59
Cuadro 11. Datos de los productores a quienes se les aplicó la encuesta de riego.	60
Cuadro 12. Clasificación de las parcelas monitoreadas	61
Cuadro 13. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas.....	63
Cuadro 13a. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas (cont.).	64
Cuadro 13b. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas (cont.).	65
Cuadro 13c. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas (cont.).	66
Cuadro 14. Correlación entre variables de manejo en el cultivo de sorgo.....	70
Cuadro 15. Correlación entre variables de manejo en parcelas de 0L con cultivo de sorgo.	71
Cuadro 16. Correlación entre variables de manejo en parcelas de LR con cultivo de sorgo.	72
Cuadro 17. Análisis económico del cultivo de sorgo.....	76

Cuadro 17a. Análisis económico del cultivo de sorgo (cont.).	77
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica de distribución normal de lluvia en el estado de Guanajuato (SMN, 2001).	9
Figura 2. Gráfica de temperatura promedio mensual en el estado de Guanajuato (SMN, 2001).	10
Figura 3. Aprovechamiento del agua subterránea en el acuífero del Valle de Celaya.....	13
Figura 4. Aprovechamiento del agua subterránea en el acuífero del Valle de Irapuato-Valle de Santiago-Huanimaro.	13
Figura 5. Aprovechamiento del agua subterránea en el acuífero del Valle de Pénjamo-Abasolo.	14
Figura 6. Uso del agua por sector en el Estado de Guanajuato (PEHG,1999).....	19
Figura 7. Eficiencia de bombeo en el Estado de Guanajuato (Fuente: PTF S.C. Diagnósticos realizados en el período 1995-1997 en 221 pozos en el estado de Guanajuato. García, 1998).	21
Figura 8. Preparación del suelo en diferentes sistemas de labranza (Fuente: FAO, 1997)	33
Figura 9. Sembradora de siembra directa.....	35
Figura 10. Balance de nitrógeno en el sistema agrícola de el Bajío Guanajuatense (Grageda-Cabrera, 1999).....	38
Figura 11. Ubicación de las subparcelas en el área de siembra.	57
Figura 12. Porcentaje y tipo de málezas presentes durante el desarrollo del cultivo de sorgo.	69
Figura 13. Análisis económico comparativo entre los sistemas de 0L y LR con cultivo de sorgo (ciclo PV 2000).	79
Figura 14. Distribución de parcelas de acuerdo al sistema de siembra en los ciclos OI/PV	80
Figura 15. Clasificación de usuarios de acuerdo al origen del agua de riego	80
Figura 16. Tipo de infraestructura de riego presente en la parcela	81
Figura 17. Forma de aplicación del riego en la parcela	81
Figura 18. Criterio de distribución del agua de riego.....	82

Figura 19. Criterio para decidir la fecha de riego	82
Figura 20. Criterio para decidir el volumen de riego a aplicar	83
Figura 21. Opción de transferencia de derechos de riego	84
Figura 22. Opción de uso del riego de PV en el ciclo OI.....	84
Figura 23. (68%) Diferencias en la forma de riego en parcelas con LC y LT (labranza convencional o tradicional)	85
Figura 24. (68%) Ahorro de agua en parcelas bajo LC.....	85
Figura 25. Beneficios de la LC	86
Figura 26. Tiempo promedio de riego (Hr/Ha) de acuerdo al origen del agua de riego. .86	
Figura 26a. Tiempo promedio de riego (Hr/Ha) de acuerdo al tipo de parcela.	87
Figura 27. Textura del suelo presente en las parcelas	87
Figura 28. Destino del residuo de cosecha.....	88
Figura 29. Porcentaje de cobertura del residuo dejado en la superficie	88
Figura 30. Costo promedio por riego (\$ /riego-ha)	89
Figura 31. Nivelación de la parcela (63%).....	90
Figura 32. Cambios en la forma de riego (37% -7-)	90
Figura 33. Asesoría en riego (32% -6-).....	91
Figura 34. Problemas en el suministro de agua (68% -13-).....	91
Figura 35. Inversiones hechas para mejoramiento del riego (74% -14-)	92
Figura 36. Origen del apoyo para la inversión en riego	92
Figura 37. Motivos para realizar la inversión	93
Figura 38. Cómo mejorar la eficiencia del riego (79% -15-).....	93
Figura 39. Posible origen de los recursos para mejoramiento del riego	94
Figura 40. La LC como opción para mejorar la eficiencia del riego	95
Figura 41. Factibilidad de tecnificar el riego	95

RESUMEN

En el Bajío, una de las zonas agrícolas más importantes, la situación de la agricultura intensiva es cada vez más crítica, por el alto costo de insumos, pero sobre todo por los problemas ambientales que se generan, las importantes pérdidas de suelo y la escasez de agua son dos de los factores más decisivos en la permanencia de los actuales sistemas de labranza. Por este motivo, se ha propuesto a la *Labranza de Conservación* como alternativa de solución para éstos problemas, y a través de diversas instituciones tanto gubernamentales, de investigación y particulares se han implementado programas de apoyo técnico para asesorar a los productores en el manejo de este sistema de labranza.

Sin embargo, los productores de esta zona solamente para el ciclo Primavera-Verano han reducido significativamente el laboreo para preparación del suelo, pero continúan exportando o quemando el residuo. Además, el problema del agua es cada vez más grave, pues durante los últimos ciclos de Otoño-Invierno, se ha suspendido el suministro de agua de riego, lo que ejerce mayor presión a la agricultura. El agua no podrá seguir gastándose sin restricciones durante los dos ciclos de cultivo.

DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO DE SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y SU RELACION CON EL AGUA EN EL BAJIO GUANAJUATENSE

I INTRODUCCIÓN

La alta tasa de degradación de los suelos agrícolas en zonas de producción intensiva, así como la subutilización del recurso agua, ha generado la necesidad de concientizar a los involucrados en esta problemática, así como crear nuevas tecnologías que permitan aminorar las pérdidas de suelo y agua, haciendo un uso más adecuado de estos recursos.

La agricultura intensiva del área del Bajío guanajuatense, ha generado una importante erosión de los recursos suelo y agua, lo que ha propiciado la iniciativa por parte de instituciones de gobierno y empresas particulares (insumos agrícolas y maquinaria) de promover a la *Labranza de Conservación* (LC) como una tecnología alternativa para aminorar los efectos de la agricultura tradicional en el suelo y agua de la zona y mejorar sus condiciones, de tal manera que permitan un uso más racional de dichos recursos.

Los objetivos de la *labranza de conservación* son: 1) Evitar la quema de los residuos de la cosecha, 2) No invertir el perfil del suelo y 3) Conservar suficientes residuos como mantillo, siendo este último punto, básico en dicha tecnología, ya que ofrece muchas ventajas, como un mejor aprovechamiento de los recursos suelo y agua, reduciendo el efecto de la lluvia y los escurrimientos de las partículas del suelo, incrementa la infiltración, reduce las pérdidas de agua por evaporación, manteniendo de esta manera la humedad del suelo, incorporando materia orgánica y mejorando así las condiciones nutritivas del perfil.

Dos problemas importantes dentro de la *LC* en el Bajío, son: la escasez en la disponibilidad de maquinaria específica, y de un número suficiente de extensionistas capacitados en el tema, que asesoren o capaciten adecuadamente a los productores interesados en aplicar dicha tecnología en sus parcelas.

En la gran mayoría de los casos, los productores interesados no cuentan con asesoría en el tema, lo que implica generalmente una confusión en el manejo de la *LC*, sobre todo en

el aspecto del porcentaje de cobertura adecuado, considerado como mínimo de un 30 % de cobertura, que corresponde a aproximadamente 2 t/ha de rastrojo (CTIC, 1984) para proteger el suelo de los efectos de erosión, así como también los efectos de la cobertura en la presencia de malezas y plagas, el manejo de los riegos considerando dicha cobertura, y varios aspectos más que tienen importancia relevante para el éxito de esta tecnología.

II JUSTIFICACIÓN

La zona de riego del Bajío, es un área de producción intensiva, donde el agotamiento de los recursos suelo y agua ha generado un uso excesivo de insumos. La difusión de la LC como una tecnología alternativa para el cuidado de dicho recurso, no ha tenido una buena aceptación, debido posiblemente a la insuficiente asesoría a agricultores y a la poca disponibilidad de maquinaria especializada (ej. sembradoras de grano fino para el ciclo *Otoño-Invierno*). A pesar de los esfuerzos de instituciones de investigación como FIRA e INIFAP y de algunos proveedores que promueven su uso, la aceptación de la LC no ha sido suficiente. Es importante determinar los factores que han influido en la baja adopción de esta tecnología (técnicos o de extensión), lo que ayudará a planificar de una mejor manera los programas de difusión.

Los estudios de adopción pueden indicar el potencial existente para la difusión de tecnologías, al mostrar el progreso existente en zonas con una adecuada adopción, o permiten analizar los problemas en aquellas zonas donde ha sido lenta la difusión de la tecnología. Los estudios de adopción también son útiles para ilustrar el grado en que la aceptación de tecnologías nuevas es limitada por la insuficiencia de insumos, créditos o infraestructura de comercialización (CIMMYT, 1993).

Grageda-Cabrera (1999) menciona otro importante problema, la fertilización en el Bajío guanajuatense, donde se consumen cerca de 150 000 t de N, y la eficiencia en el uso de los fertilizantes nitrogenados por los principales cultivos del Bajío es del orden del 20% al 40%, lo que indica que se fugan del sistema agrícola cerca de 90 000 t N (*Figura 2*), que genera problemas ambientales como la contaminación del agua por la lixiviación de los nitratos y emisión de amoníaco y óxidos de nitrógeno a la atmósfera, involucrados en

la lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono e incremento del efecto invernadero (Duxbury, 1994). En el caso particular del trigo, hace 30 años se aplicaban 150 kg N a^{-1} , se obtenían 6 t de grano por ha^{-1} y el contenido de materia orgánica del suelo era de 2.6 %. En la actualidad, se aplican en promedio 330 kg N a^{-1} , se obtienen los mismos rendimientos y el contenido de materia orgánica ha disminuido hasta un 0.6 %.

III MARCO DEL TRABAJO

El presente trabajo de investigación se enmarca dentro de otro proyecto denominado “*Diagnóstico integral rápido sobre adopción presente y perspectivas futuras en torno a labranza de conservación en el bajío*”, elaborado por CIMMYT–CIRAD (2000) que se lleva a cabo en colaboración con instituciones gubernamentales como INIFAP y FIRA.

Los objetivos generales de dicho proyecto para el período Junio 2000 a Junio 2001, fueron:

- a) Generar y ordenar a corto plazo información esencial para determinar los factores que afectaron la adopción inicial de *LC* en los últimos 10 años, para planear a mediano y largo plazo el desarrollo y la difusión en forma masiva de agricultura sostenible y de la *LC* en Guanajuato.
- b) Evaluar cuantitativa y cualitativamente la adopción de prácticas de *LC* en Guanajuato en la última década.
- c) Evaluar las percepciones y estrategias de los actores claves del sector agrícola en Guanajuato (agricultores, técnicos, investigadores, instituciones públicas, proveedores de insumos) en cuanto a las posibilidades efectivas para difusión a futuro de prácticas de *agricultura sostenible / labranza de conservación*.
- d) Desarrollar en concertación con los mismos actores clave una estrategia coherente a mediano plazo para fomentar una transición hacia la agricultura sostenible para los principales tipos de agricultores de la región.
- e) Coordinar si fuese necesario acciones de diagnóstico similares en otras regiones del país.

IV OBJETIVOS DEL TRABAJO DE TESIS

Dentro del marco de dicho proyecto, los objetivos específicos del presente trabajo fueron los siguientes:

GENERAL

- Identificar y caracterizar los factores agronómicos que diferencian el desarrollo del sorgo según el tipo de labranza usado por los agricultores de las zonas de riego del estado de Guanajuato.

PARTICULARES

- Profundizar en el conocimiento de manejo agronómico de parcelas bajo distintas modalidades de preparación del suelo y su relación con el uso de *labranza de conservación*.
- Conocer la rentabilidad económica del sorgo bajo distintos sistemas de labranza.
- Conocer el manejo del agua de riego en parcelas bajo distintas modalidades de preparación del suelo y su relación con el uso de *labranza de conservación*.

V HIPÓTESIS

- La rentabilidad en la producción de sorgo es mayor en sistemas de *labranza de conservación* que en sistemas de *labranza tradicional* (LT).
- El uso de *labranza de conservación* interactúa de forma íntima en la forma de riego.

VI REVISIÓN DE LITERATURA

El estado de Guanajuato es uno de los más productivos del país, ocupando un lugar muy importante en la producción de cereales, ya que la zona del Bajío es considerada la de mayor producción del país, con un 27 % del total de la producción de sorgo a nivel nacional, 22 % de la producción de cebada y 17 % de la producción de trigo, otros cultivos importantes en la zona son alfalfa y fresa (INEGI, 1998c).

ASPECTOS BIOFÍSICOS

Localización, límites y extensión

El estado de Guanajuato se localiza entre los paralelos 19° 55' 08" y 21° 52' 09" de latitud norte y los meridianos 99° 39' 06" y 102° 05' 07" de longitud oeste; colinda al norte con los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, al este con Querétaro de Arteaga, al oeste con Jalisco y al sur con el estado de Michoacán (ver anexo I). Por su extensión territorial, el estado de Guanajuato ocupa el vigésimo segundo lugar en la República mexicana, con una superficie de 30 768 km². Esta entidad se encuentra dividida en 46 municipios, con una población total de 4'406,568 habitantes (INEGI, 1998b).

En lo sucesivo nos enfocaremos específicamente a la zona del **Bajío**, región ubicada en el centro y sur del estado, la cual esta formada por los municipios de Romita, San Francisco del Rincón, Cd. Manuel Doblado, Cuerámara, Abasolo, Pénjamo, Pueblo Nuevo, Huanímaro, Salamanca, Irapuato, Santa Cruz de Juventino Rosas, Apaseo el Grande, Villagrán y una parte de León, Silao, Guanajuato, Commonfort, Cortazar, Celaya, Apaseo el Alto, Valle de Santiago y Jaral del Progreso, que representa una superficie de 30, 491 km².

Fisiografía

Tipos de suelo

Existen tres regiones fisiográficas que influyen sobre el comportamiento de los suelos que componen el estado (ver anexo I):

La zona constituida por la *Sierra Madre Oriental*, localizada en el extremo noroeste, donde se observa un suelo clasificado como Litosol, cuya principal característica es la poca profundidad, son útiles para la agricultura y el pastoreo, y el drenaje interno es bueno.

La *Mesa Central* se localiza en la parte norte de la entidad, en la cual predominan los suelos tipo Feozem Háplico que presenta tonos oscuros y se caracterizan por una suave capa superficial rica en materia orgánica y nutrimentos, el drenaje interno es bueno si no tienen presencia de alguna arcilla en el subsuelo, su uso potencial es la agricultura, sea temporal o de riego.

La porción sur del estado correspondiente al *Eje Neovolcánico*, la cual es ocupada en su mayor parte por la subprovincia del **Bajío** Guanajuatense y pequeñas áreas que pertenecen a las subprovincias Sierras de Querétaro e Hidalgo y Altos de Jalisco, donde se desarrollan comúnmente suelos tipo **Vertisol**, que por sus características físicas se les clasifica como suelos pesados, su drenaje interno es muy lento, pero tienen gran capacidad de retención de humedad. En general son suelos muy fértiles, su uso actual es la producción de grano y hortalizas, así como de fresa y otros cultivos de alto rendimiento (INEGI, 1998a; PEHG, 1999).

Uso del suelo

Las características edafológicas favorecen enormemente la práctica agrícola como la actividad económica principal del estado para la cual se han destinado aproximadamente 1'160,000 ha bajo riego y temporal. La zona del **Bajío**, es considerada desde el punto de vista agrícola la región más importante, debido a que en ella se encuentra la mayor superficie cultivada bajo riego, aproximadamente 412,000 ha (INEGI, 1998a).

La superficie total estimada de cultivos en el estado de Guanajuato para el ciclo Otoño-Invierno es de 197,900 ha, además de 102,698 ha de cultivos perennes, dando un total de 303,404 ha de cultivos agrícolas presentes en el ciclo Otoño-Invierno 1998/1999. La superficie estimada para el cultivo de maíz/sorgo PV fue de 2,806 ha (*Flores-López y Scott, 2000*).

El Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”, se caracteriza por tener una superficie dedicada al cultivo intensivo de granos y hortalizas. Los cultivos principales para el ciclo O-I son trigo, cebada y brócoli; para el ciclo P-V es sorgo, maíz y brócoli; como cultivos perennes se encuentran alfalfa, fresas y espárragos, y como segundos cultivos sorgo y maíz.

Cuadro 1. Superficie sembrada en el DR 011 para el ciclo O-I 1999-2000 y P-V 2000.

Otoño-Invierno (1999-2000)		Primavera- Verano (2000)	
Cultivo	Has. Físicas Reales	Cultivo	Has. Físicas Reales
Trigo	11,105.40	Sorgo	44,496.20
Cebada	6,302.20	Maíz	11,265.90
Frijol	134.90	Frijol	1,298.20
Brócoli	72.80	Brócoli	47.30
Alfalfa	512.30	Alfalfa	1,053.00
Varios	1,338.00	Varios	1,487.20

* Información proporcionada por el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”, Abril 2001.

Geología

De acuerdo con la división de provincias fisiográficas del *INEGI* (1998a), en el estado se presentan tres zonas con características morfológicas y fisiográficas propias, denominadas *Sierra Madre Oriental*, *Mesa del Centro* y *Eje Neovolcánico* (ver anexo I).

La parte sur del estado correspondiente al *Eje Neovolcánico* presenta un afloramiento principalmente de rocas volcánicas de tipo basáltico de color negro fracturadas. Las cuales provienen de grandes aparatos volcánicos de forma cónica que constituyen algunos de los cerros más prominentes de la zona. La edad de estas rocas pertenece al Terciario Superior-Cuaternario.

Los amplios valles intermontañosos que constituyen la región del *Bajío* están rellenos por sedimentos aluviales y lacustres formados por gravas, arenas y arcillas que tienen espesores de cientos de metros, los cuales fueron depositados durante el Terciario Superior-Cuaternario.

La *Mesa Central* esta constituida principalmente por rocas volcánicas de tipo riolítico que se presentan como tobas suaves de color gris rosado claro y como ignimbritas duras de café rojizo, que constituyen las principales elevaciones de la zona (p.e. Sierra de Guanajuato). La edad de las rocas riolíticas pertenece al Terciario Medio Superior, y su espesor es de varios cientos de metros (PEHG, 1999).

Clima

En Guanajuato se presentan variaciones de los grupos de climas secos y templado (ver anexo I): 1) En las zonas de clima seco, la evaporación excede a la precipitación, la precipitación invernal varía entre el 5 y 10 por ciento de la lluvia total. La subdivisión que prevalece en el estado es: seco templado, semiseco templado y semiseco semicálido. 2) En las áreas de clima templado, se presenta alta precipitación. La subdivisión es: semicálido subhúmedo, templado subhúmedo y semifrío subhúmedo (PEHG, 1999).

En la parte norte y una pequeña porción del este se observa un clima templado semiseco con temperaturas medias anuales entre 12° y 18°C, mientras que en el resto de la entidad desde la parte central hacia el sur prevalece un clima semicálido subhúmedo con temperaturas medias anuales entre 18° y 22°C (CNA-GASIR, 1990).

Cuadro 2. Clasificación de climas.

Subtipos de clima	Municipios que abarca
Seco templado	Jaral de Berrios.
Semiseco templado	San Felipe, Ocampo, Dolores Hgo., San Luis de la Paz, San Miguel A., San José Iturbide y San Diego de la Unión.
Semiseco semicálido	Silao, León, San Fco. del Rincón, Oeste de Celaya, Apaseo el Grande, Villagrán y Comonfort.
Semicálido subhúmedo	Manuel Doblado, Irapuato, Salamanca, Huanímaro, Moroleón, Valle de Santiago, Santa Cruz de Juventino Rosas, Salvatierra, Acámbaro y San Fco. del Rincón.
Templados subhúmedos	En la Sierra y Ciudad de Guanajuato, Sierra de Pénjamo, Jerécuaro, Coroneo, Sierra de San Isidro, Sierra de Santa Bárbara y el oeste de Xichú.
Semifríos subhúmedos	Norte de Acámbaro y en las montañas más altas.

* Fuente: PEHG, 1999.

Temperatura, Precipitación y Evaporación

En el área de influencia del Distrito de Riego Alto Rio Lerma se registra una temperatura promedio de 19 °C con valores de 730 mm de precipitación anual promedio, repartidos en dos sub-ciclos de cultivo: sub-ciclo seco de Otoño-Invierno (OI), con 80

mm de precipitación y sub-ciclo primavera-verano/ segundos cultivos (PV/SC), con 670 mm de precipitación en promedio. En lo referente a la evapotranspiración, el valor anual es de aproximadamente 1900 mm con una humedad relativa de 60% (Kloezen, *et al.*, 1998).

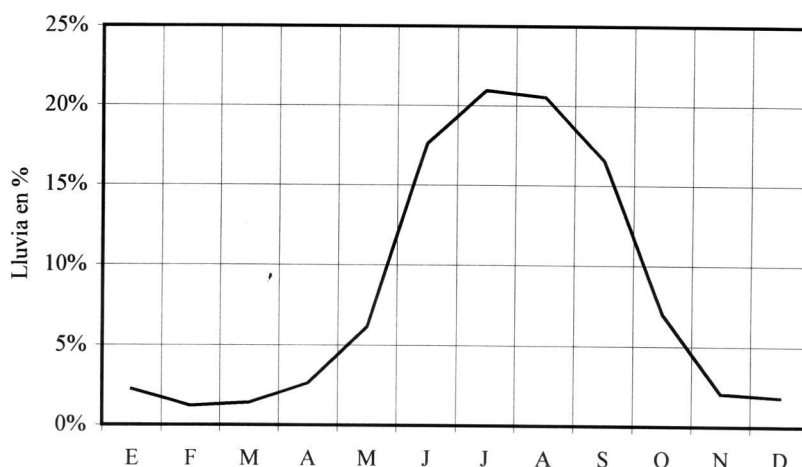


Figura 1. Gráfica de distribución normal de lluvia en el estado de Guanajuato (SMN¹, 2001).

En la gráfica se puede observar que más del 76% de la lluvia ocurre en el acumulado de los meses de junio a septiembre, el 16% en abril, mayo y octubre, y el 8% en los meses de noviembre a marzo. Esta distribución obliga a un manejo racional del agua en los meses de mayor precipitación, para mantener una reserva suficiente de este recurso en las zonas de riego del Bajío; lamentablemente, el uso del agua no ha sido muy eficiente, pues en ocasiones no se ha podido otorgar el servicio de riego para el ciclo de O-I, como fue el caso del ciclo O-I 2000, pues la reserva de agua en las presas fue insuficiente para cubrir la demanda, por lo que se optó en no proporcionar el servicio de riego para este ciclo de cultivo.

¹ SMN: Sistema Meteorológico Nacional

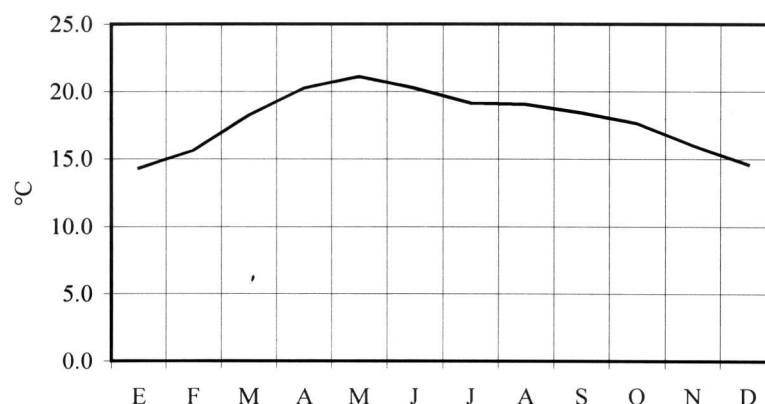


Figura 2. Gráfica de temperatura promedio mensual en el estado de Guanajuato (SMN, 2001).

Como podemos observar en esta gráfica, las temperaturas más altas se presentan durante la época de lluvias, esto propicia niveles de evaporación muy altos y por lo tanto una mayor demanda hídrica. Como se ha mencionado, el manejo adecuado del mantillo en la LC permite disminuir la evapotranspiración, así como mantener por un tiempo más prolongado la humedad residual en el suelo (Arreola, 1996).

Hidrografía

El territorio del estado de Guanajuato pertenece a dos Regiones Hidrológicas; la Región Hidrológica Lerma-Santiago (RH12), cuyas aguas fluyen hacia el Océano Pacífico, que comprende cerca del 83.6% del territorio estatal y contribuyen con más del 90% del volumen total de agua –escurrimiento superficial y recarga de acuíferos– y la Región Hidrológica del Pánuco (RH26), cuyas aguas llegan al Golfo de México con un mínimo aprovechamiento dentro del estado (Flores-López y Scott, 2000).

La hidrología la conforman el río Santa María o Bagres, afluente del Pánuco (al noreste del estado); en la parte central, entre una y otra de las cadenas montañosas corre el río de Las Lajas, tributario del Lerma (ver anexo I); en la parte del **Bajío** surcado por el río Lerma, al que desaguan, por su margen derecha, las corrientes del Jaral, el Guanajuato y el Turbio. Los cuerpos de agua más importantes son: la presa Solís con una capacidad de 1217 Mm³ y el Lago Yuriria sobre la cuenca del Lerma así como la presa Ignacio

Allende con 251 Mm³ de capacidad en el río Las Lajas, cerca de San Miguel Allende (CNA-GASIR, 1990).

Vegetación

La vegetación en el estado, se asocia a zonas características, que definen claramente su comportamiento debido a las condiciones geográficas y climáticas que prevalecen en cada una de estas áreas, distribuyéndose como sigue (ver anexo I): hacia las laderas húmedas de alta montaña (1 500 a 3 280 m), se desarrollan las comunidades boscosas; hacia la zona de las sierras Los Agustinos y El azafrán, se extiende el bosque mixto de pino-encino; el matorral crasicaule se desarrolla en clima árido o semiárido, distribuido en áreas pequeñas hacia el oriente y poniente; el matorral submontano crece en las laderas bajas (1 200 y 1 600 m), localizados principalmente hacia la porción centro-oriental de la entidad; el matorral subtropical se desarrolla en laderas con altitudes de 1 900 a 2 000 m, distribuido ampliamente en las zonas centro y sur; en terrenos con suelo profundo se desarrolla el mezquite; sobre los lomeríos, laderas y mesetas (1 800 y 2 400 msnm), dominan los pastizales naturales de gramíneas distribuidas en la zona centro; y en las laderas entre 2 000 y 2 400 m, se desarrolla el pastizal inducido, principalmente hacia la parte meridional (INEGI, 1998a). En la zona del **Bajío** y los valles, aunque los campos de cultivo han desplazado la flora autóctona, aún se encuentran restos de mezquitales.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

En la mayor parte del estado, las condiciones geológicas propician la formación de grandes acuíferos y en general las rocas en su mayoría presentan características que propician su recarga pues favorecen la infiltración, pero debido a la sobreexplotación que existe en el estado, se genera un déficit considerable (PEHG, 1999) pues estos acuíferos no son independientes, ya que generalmente están interconectados por secciones subterráneas permeables y aún a través de los mismos macizos montañosos (G. Chávez, 1998). Tratando de resolver este problema de la gestión del agua

subterránea en el estado de Guanajuato, la Comisión Nacional del Agua ha definido 19 acuíferos principales o unidades hidrogeológicas (ver anexo I).

El área del Bajío explota básicamente tres acuíferos (CEAG, 2001):

Acuífero del Valle de Celaya: se ubica entre Celaya, Juventino Rosas, Villagrán y Cortazar, tiene una longitud de aproximadamente 40 km y un ancho de 30 km.

Acuífero del Valle de Irapuato–Valle de Santiago–Huanimaro: se ubica geográficamente en la porción suroriental del estado de Guanajuato y pertenece a la región del Bajío Guanajuatense, ocupando un área de 1,804.08 Km².

Acuífero del Valle de Pénjamo–Abasolo: incluye principalmente a los municipios de Pénjamo, Abasolo, Cuerámara, Pueblo Nuevo e Irapuato y abarca 3,425 Km².

Aprovechamiento del agua subterránea

De acuerdo a los censos más recientes, existen actualmente en el estado alrededor de 16,500 pozos, de los cuales se estima que 15,600 pozos que representan más del 80% son para uso agrícola, aproximadamente el 16% de la extracción total se utiliza en las zonas urbano-industriales ubicada en el corredor Bajío y alrededor del 4% complementario se capta en el medio rural para usos doméstico y abrevadero (INEGI, 1998; G. Chávez, 1998; Ortega, 1998).

El aprovechamiento del agua subterránea en los acuíferos ubicados en el área del **Bajío**, se realiza de la siguiente manera (CEAG, 2001):

1. El *acuífero del Valle de Celaya* es explotado por 1,866 aprovechamientos, con una extracción total que asciende a 593 Mm³/año.

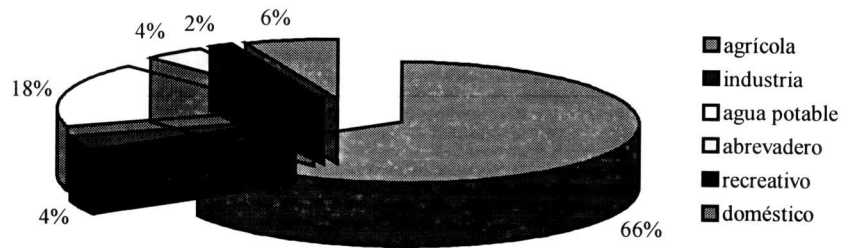


Figura 3. Aprovechamiento del agua subterránea en el acuífero del Valle de Celaya.

- La explotación del Acuífero del Valle de Irapuato–Valle de Santiago–Huanimaro se realiza mediante 2,348 aprovechamientos, de los cuales 1,969 se encuentran activos. La extracción total de agua subterránea asciende a 645.82 Mm³/año.

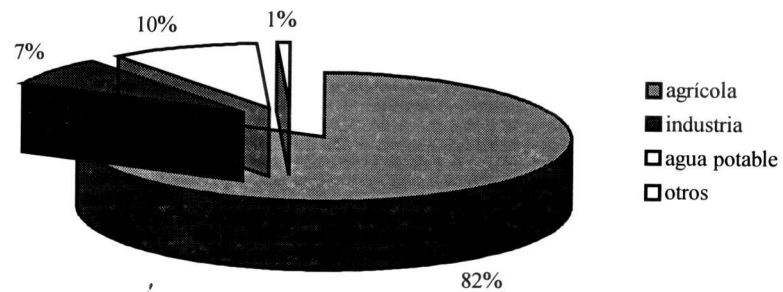


Figura 4. Aprovechamiento del agua subterránea en el acuífero del Valle de Irapuato–Valle de Santiago–Huanimaro.

- La extracción de agua subterránea en el Acuífero del Valle de Pénjamo–Abasolo asciende a 721.1 Mm³/año, y se realiza mediante 2926 aprovechamientos, de los cuales sólo 2,519 se encuentran activos.

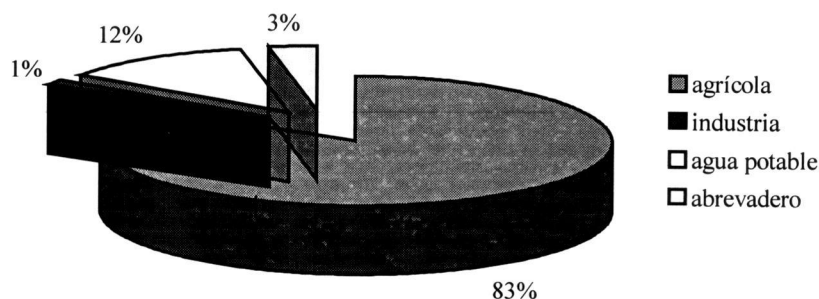


Figura 5. Aprovechamiento del agua subterránea en el acuífero del Valle de Pénjamo-Abasolo.

Balance del agua subterránea

Se estima que la recarga media anual de los acuíferos del estado es del orden de 2,000 Mm³/año volumen equivalente a 1.5 veces el escurrimiento medio anual generado en la entidad. La extracción de agua del subsuelo es del orden de 3,000 Mm³/año, existiendo un alarmante déficit entre la extracción y la reposición del agua freática de alrededor de 1,000 Mm³/año (G. Chávez, 1998; Wester et al., 1999).

La intensa explotación de los acuíferos ha generado un rápido agotamiento de los acuíferos, los niveles del agua subterránea han descendido drásticamente en las últimas cuatro décadas; en el intervalo de 1970-1997 se registraron abatimientos de 20 a más de 80 metros en las áreas de bombeo, siendo los acuíferos “León”, “Silao-Romita”, “Laguna-Seca” y “Celaya”, los más afectados. En los últimos años se han registrado déficit hasta de 6 Mm³/año en algunas áreas, debido a la escasez de recarga y al incremento del bombeo durante años secos (G. Chávez, 1998; Ortega, 1998; INEGI, 1998a).

En los tres acuíferos ubicados en el área del Bajío el Balance muestra niveles de almacenamiento negativos debidos a la sobreexplotación del agua subterránea (CEAG, 2001):

1) En el *acuífero del Valle de Celaya* las entradas por flujo subterráneo e infiltración vertical ascienden a 431.7 Mm³/año, mientras que el volumen de extracción por bombeo

es de $593 \text{ Mm}^3/\text{año}$ para la zona de balance, lo que implica un déficit de almacenamiento de $161.3 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

Actualmente la profundidad promedio del nivel estático es de 80-100 metros, mientras que el dinámico se puede establecer a los 100-120 metros y se observa un abatimiento promedio anual de entre 2.5 y 3.5 metros.

2) El *acuífero del Valle de Irapuato-Valle de Santiago-Huanimaro* presenta entradas de flujo subterráneo e infiltración vertical que ascienden a $414.77 \text{ Mm}^3/\text{año}$, mientras que la extracción por bombeo y salidas subterráneas es de $669.77 \text{ Mm}^3/\text{año}$ para la zona de balance, lo cual da un déficit de $255 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

En este acuífero la profundidad promedio al nivel estático es de 40-80 metros y se observa un abatimiento promedio anual de 2.0 metros.

3) El *acuífero del Valle de Pénjamo-Abasolo* presenta tres horizontes clasificados como *somero*, *intermedio* y *profundo*. El volumen total de extracción en este acuífero es de $721.156 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y los volúmenes de extracción de acuerdo a los horizontes acuíferos son: *somero* $18 \text{ Mm}^3/\text{año}$, *intermedio* $157 \text{ Mm}^3/\text{año}$ y *profundo* $546 \text{ Mm}^3/\text{año}$. En la mayor parte de la zona, los horizontes *somero* e *intermedio* han quedado agotados, mientras que el horizonte *profundo* muestra un déficit en el almacenamiento de $-64 \text{ Mm}^3/\text{año}$, y en las zonas donde aún se explota el horizonte *intermedio*, se tiene un cambio de almacenamiento de $-118.7 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

Calidad del agua subterránea

Las aguas subterráneas provienen principalmente de la lluvia, parte de la cual se infiltra y al fluir por el subsuelo entra en contacto con diferentes materiales disolviendo las sales y minerales que los forman, lo que produce cambios en su composición. De esta manera, la composición química de dichas aguas dependerá básicamente de la solubilidad y composición de las rocas a través de las cuales circula, así como también de factores como la temperatura, área de contacto, velocidad de flujo, longitud de recorrido, etc (CEAG, 2001).

Acuífero del Valle de Celaya: La mayor parte del agua subterránea del Valle de Celaya, se clasifica como sódico-bicarbonatada. En lo referente a la calidad del agua para uso

potable, los parámetros analizados (NO_2 , NO_3 , SiO_2 , SO_4 , Ca, Cloruros, Mg, K) indican que esta dentro de las normas para uso potable.

Acuífero del Valle de Irapuato–Valle de Santiago–Huanimaro: En este acuífero se clasificaron las aguas en cuatro tipos: calcio sódica bicarbonatada, sodio cálcica bicarbonatada, cálcico sódicas bicarbonatadas y cálcica-sódica bicarbonatada clorurada. Aunque en varios puntos de muestreo no se cumplió con la norma, con el debido tratamiento, el agua puede utilizarse para el consumo humano.

Acuífero del Valle de Pénjamo–Abasolo: La mayor parte del agua subterránea en este acuífero se clasifica dentro de la familia *sódico bicarbonatada*. En algunas zonas se observó cierto grado de contaminación por abundancia de sulfatos, lo que indica cierta influencia de las aguas superficiales del Río Turbio. El agua de este acuífero se encuentra dentro de la norma para consumo humano, observándose únicamente en la parte cercana al Río Turbio valores de sulfatos mayores a la norma, debido a infiltraciones del agua superficial del río.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La hidrología superficial la conforman el río Santa María o Bagres, afluente del Pánuco (al Noreste del estado); en la parte central, entre una y otra de las cadenas montañosas corre el río de Las Lajas, tributario del Lerma; en la parte del Bajío surcado por el río Lerma, desaguan por su margen derecha, las corrientes del Jaral, el Guanajuato y el Turbio (ver anexo I). Los cuerpos de agua más importantes son: la presa Solís y el Lago Yuriria sobre la cuenca del Lerma así como la presa Ignacio Allende en el río Las Lajas, cerca de San Miguel de Allende (*CNA-GASIR*, 1990). El agua es utilizada principalmente en el sector agrícola, y de forma secundaria en el sector pecuario, doméstico e industrial.

En la zona del Bajío se encuentran ubicados dos Distritos de Riego, el DR 085 “La Begoña” y el DR 011 “Alto Río Lerma”, a través de los cuales se distribuye a los usuarios el agua de riego para los ciclos de cultivo Otoño-Invierno y Primavera-Verano.

Aprovechamiento del agua superficial

El DR 085 cuenta con dos presas de almacenamiento que son la presa Ignacio Allende e Isidro G. Orozco Portugal (Neutla) con una capacidad de 251 Mm³ y 5 Mm³ respectivamente. Recibe un total consignado de 124 Mm³ de aguas superficiales y 60 Mm³ de aguas subterráneas. Este distrito de riego cuenta también con dos presas derivadoras, Soria y Guadalupe, que ayudan a alimentar una red de 63.52 km de canales principales y 126.5 km de secundarios (INEGI, 1998a; PEHG, 1999).

El DR 011 cubre una parte más amplia del área del Bajío y cuenta con un área de control de alrededor de 112,772 hectáreas, siendo abastecido por cuatro presas en tierra con una capacidad combinada de almacenamiento de 2,140 Mm³ que sirven a 77,697 ha de cultivo, las restantes 35,075 ha son regadas mediante 1,714 pozos profundos. Las presas que abastecen al distrito son las presas Tepuxtepec, Solís, La Purísima y laguna Yuriria; que mediante cinco presas derivadoras: Chamácuaro, Reforma, Lomo de Toro, Santa Julia y Markazuza, alimentan una red de canales principales de 465 km y 1,183 km de canales laterales (Kloezen, 2000).

Calidad del agua superficial

El agua de las corrientes y cuerpos de agua superficiales del estado, presentan un índice de calidad de contaminada a fuertemente contaminada, esto debido principalmente al manejo inadecuado de residuos agrícolas y pecuarios que en tiempo de avenidas son arrastrados aguas abajo. Por este motivo, se han determinado altos niveles de toxicidad en el Lerma como sedimentos, así mismo en el río Turbio donde se ha detectado la presencia de cromo trivalente y hexavalente así como altos niveles de salinidad. La calidad del agua en forma general presenta variaciones de salinidad y sodicidad que van de baja a media y alta (INEGI, 1998a)

Recientemente el INIFAP-Bajío presentó un informe denominado “Relación entre la calidad del agua de riego y las características químicas de los suelos en el estado de Guanajuato”, donde se clasificaron las aguas como “1) buena” o adecuada para riego en cualquier tipo de suelo y para cualquier cultivo, “2) condicionada” o que por algún índice de clasificación representan algún riesgo potencial para el suelo y que pueden no

ser adecuadas para irrigar algunos cultivos y “3) *no recomendables* que son aquellas que rebasan el límite permisible en cualquiera de los índices de clasificación lo que las hace inadecuadas para riego en la mayoría de los suelos y cultivos. El muestreo se realizó en 37 municipios, en la mayoría de los cuales se observó que la concentración de sales en el agua ha ido aumentando a través de los años (*Hurtado, 2000*).

SITUACIÓN DEL AGUA DE RIEGO EN EL ESTADO

En todos los acuíferos del estado de Guanajuato por la deforestación casi total de las áreas de captación y la alta tasa de erosión de las mismas, se estima que únicamente el 22% de la precipitación logra infiltrarse hasta los mantos freáticos. El restante 78%, es aprovechado en parte por los cultivos (temporal y riego) y por la vegetación nativa, pero la mayor cantidad se pierde por escorrentías y evaporación (*Casillas, 1999*). Estudios recientes hechos por la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (*CEAG, 2001*) indican un balance negativo aproximado de 1,277 Mm³/año en los acuíferos del Estado, ya que la extracción calculada asciende a 4,116 Mm³/año mientras que la recarga es de tan sólo 2,838.4 Mm³/año; esto ha provocado que el nivel freático de los acuíferos se abata, en promedio, alrededor de 3.0 m/año.

En general todo el estado cuenta con mantos acuífero, que por las diferentes demandas se han visto intensamente explotados. La zona del Bajío por contar con un gran asentamiento poblacional, así como el gran desarrollo de la actividad agropecuaria e industrial, es la zona con mayor déficit. En la zona norte del estado se presentan profundidades al nivel freático del orden de 280 metros, aproximadamente, lo cual hace muy costosa su extracción, dificultando además el desarrollo de los municipios que se encuentran asentados en la zona (*PEHG, 1999*).

Para abastecer una superficie agrícola de riego de 416,690 ha, el consumo de agua subterránea representa aproximadamente el 66% y de aguas superficiales el 34%. En la actualidad, se considera que casi toda el agua superficial del estado esta aprovechada; existiendo sólo pequeños volúmenes disponibles. De acuerdo a las superficies estimadas de cultivo y con láminas medias aplicadas, se calcula un volumen utilizado de agua en todo el estado de Guanajuato de alrededor de 3,672 millones de metros cúbicos tan sólo

en el ciclo Otoño-Invierno. El mayor volumen aplicado se utiliza en el cultivo de la alfalfa con 1,430 millones de metros cúbicos y el trigo/cebada con 1,400 millones de metros cúbicos (Flores-López y Scott, 2000).

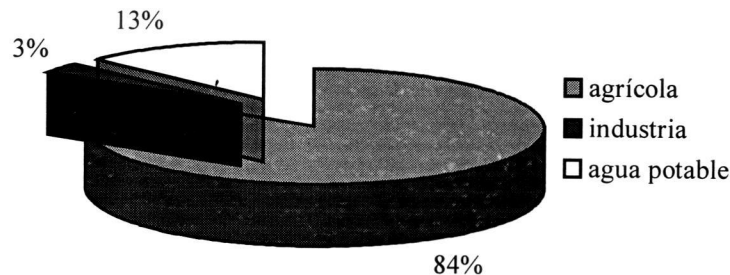


Figura 6. Uso del agua por sector en el Estado de Guanajuato (PEHG, 1999).

El sector agrícola cobra gran importancia en el manejo del recurso agua, por los grandes volúmenes necesarios para cubrir la demanda y, tomando en cuenta que la eficiencia global promedio en el uso del agua dentro del sector agrícola es del 33% (PEHG, 1999), es vital mejorar la eficiencia en este rubro. En el caso del agua de gravedad, la baja eficiencia en el uso del agua se debe, principalmente, al estado de la infraestructura de riego (canales de conducción), que en la mayoría de los casos presenta fallas estructurales, invasión por lirio acuático y/o carrizo, etc., lo que implica pérdidas importantes de agua; aunque también, el hecho de tener canales a cielo abierto implica pérdidas por llenado y por evaporación. Para el caso del agua subterránea, la baja eficiencia en el uso del agua se debe a la poca eficiencia de los equipos electromecánicos, ocasionado básicamente por la falta de mantenimiento a dichos equipos y al pozo mismo. Debe también tomarse en cuenta las pérdidas de agua a nivel parcelario, pues no se tiene ningún control en el manejo del agua en la parcela. Una buena opción para mejorar la eficiencia en el uso del agua, es proporcionando asesoría a los productores en el manejo del riego, de acuerdo al tipo de suelo de su parcela, a la forma de labranza que utilice, al tipo de cultivo presente, etc.

Extracción del agua (Eficiencia de los equipos electromecánicos)

Aunque la Comisión Nacional del Agua (CNA) controla la cantidad de bombeo y de perforación de nuevos pozos, en realidad son los propios campesinos quienes disponen del uso del agua (*Whiterford et al., 1998; Garcés et al., 1997*). De acuerdo a *García (1998)*, en el estado de Guanajuato el bombeo de agua subterránea se realiza en un 99% mediante motores eléctricos y debido al rápido incremento en los costos de energía en México el costo por hectárea de riego con agua de pozo bombeada es superior al del agua de canal (*Buechler y Zapata, 2000*), esto debido principalmente a la baja eficiencia de los equipos, que en su mayoría son equipos viejos y el mantenimiento que se les da es poco o nulo, lo que aunado a la baja rentabilidad agrícola pone en crisis la economía de los pequeños productores.

Además del agua de gravedad, el Distrito de Riego “Alto Rio Lerma” se abastece también de 1,714 pozos profundos que suministran agua a 35,075 hectáreas. En base a las encuestas realizadas en el área del DR 011, se obtuvo que el costo de riego por bombeo es en promedio de \$331.48/ha en comparación con el riego de gravedad que en promedio es de \$306.50/ha (*los costos incluyen mano de obra, fueron obtenidos de las encuestas realizadas con productores del área del Bajío, 2000*). Esta situación se agrava aún más ya que los equipos de bombeo trabajan ineficientemente y porque la profundidad del bombeo de agua subterránea es cada vez mayor, debido a la sobre-explotación de los acuíferos.

Es importante recalcar que de acuerdo a la información presentada por *García (1998)*, el 26% de los pozos, tienen una eficiencia menor al 40%, por lo que es urgente la rehabilitación de equipos de bombeo y accesorios. En el 74% restante, la eficiencia promedio es de 54% y tan solo el 23% del total presenta una eficiencia superior al 60%. Esto indica que es urgente el apoyo a los usuarios del agua subterránea para rehabilitar sus pozos, así como el equipo electromecánico, para aumentar la eficiencia tanto en el uso del agua subterránea como en el consumo de energía eléctrica.

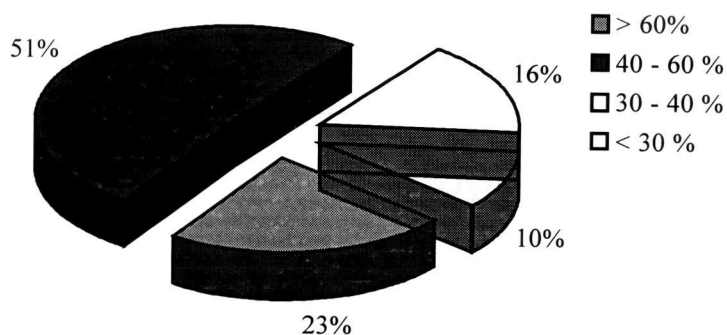


Figura 7. Eficiencia de bombeo en el Estado de Guanajuato (Fuente: PTF S.C. Diagnósticos realizados en el período 1995-1997 en 221 pozos en el estado de Guanajuato. García, 1998).

Con la finalidad de mejorar la eficiencia en el uso del agua subterránea, el gobierno del estado de Guanajuato ha implementado algunas acciones para asesorar a los usuarios del agua subterránea, como el *Programa de Asesoría en Riego* (PAR), que ofrece entre otros servicios el diagnóstico de equipos electromecánicos, levantamiento del área agrícola beneficiada por el pozo, asesoría en la forma de riego de acuerdo al tipo de suelo presente en la parcela; dicha asesoría se da en forma particular para cada una de las parcelas beneficiadas por el pozo.

Conducción del agua

Después de la transferencia ²y según la ley, el Comité Hidráulico es el órgano con facultad para decidir la apertura y cierre de las presas, marcando el comienzo de cada ciclo agrícola. Además, con base en el volumen de agua existente en las presas, se asigna el volumen de agua para cada Módulo de Riego, al igual que el área, cultivos y número de riegos. Generalmente se aplican de tres a cinco riegos en el ciclo Otoño-Invierno (O-I) y sólo uno en el ciclo Primavera-Verano (P-V) (Kloezen *et al*, 1998).

El Alto Lerma (011) y La Begoña (085) que irrigan una superficie conjunta de 125,060 ha, aunadas a las aproximadamente 11,000 ha que son irrigadas en la zona de Pénjamo

² El proceso de transferencia se inició en 1991, mediante el cual el gobierno transfiere el manejo de los distritos de riego a los usuarios, quienes se encuentran organizados en Asociaciones de Usuarios del Agua (AUA, comúnmente llamados Módulos) y Federaciones de AUA como Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL).

bajo la dirección administrativa del Distrito de Riego 087 Rosario-Mezquite perteneciente al estado de Michoacán (*PEHG*, 1999), son los distritos de riego responsables de proporcionar los servicios de agua para riego en el área del **Bajío**.

El Distrito de Riego 011 Alto, Río Lerma esta constituido por una Sociedad de Responsabilidad Limitada (S. de R. L.), que es la encargada de la operación, conservación y administración de la infraestructura hidroagrícola de la red mayor y que esta subdividido en 11 módulos que se encargan de la red menor, cuyo tamaño variaba entre 1,513 ha y 18,694 ha (ver anexo). Cada módulo es manejado por una Asociación de Usuarios del Agua. El distrito de riego tiene un área de control de alrededor de 112,772 hectáreas. Da servicio a unos 24,000 usuarios, 72% de ellos clasificados como ejidatarios con un área de 61,871.35 ha. y 28%, como pequeños propietarios con un área de 50,088.68 ha. (*INEGI, 1998; Ledesma, 1998; Kloezen, 2000;*).

Generalmente, se aplican 3 a 5 riegos en el ciclo agrícola OI y solo uno en el ciclo PV, tomando en cuenta esta restricción, los productores pueden solicitar agua al módulo en cualquier momento durante el periodo de riego. El pago de derecho del agua se hace en la Asociación de Usuarios del Agua (*AUA*³) antes de cada riego, una vez que se ha preparado la parcela para la siembra. A los productores se les entrega un recibo de pago que deben mostrar al canalero (encargado del canal), quien es el responsable de otorgar el agua asignada a los usuarios.

El manejo del agua dentro del DR 011 Alto Río Lerma, presenta una eficiencia media del 62% en conducción, 54% en distribución, 65% en aplicación y una eficiencia media global de 22% (*PEHG*, 1999), esta baja eficiencia se debe entre otros factores a las pérdidas por llenado de canales, a las pérdidas por infiltración debido al estado de los canales, y de manera muy importante a las pérdidas por aplicación a nivel parcelario, y es precisamente a nivel parcelario donde se tiene menos control en el manejo de agua. La conducción del agua, en su mayor parte es en canales sin revestir, lo que origina pérdidas de agua de aproximadamente el 40%, lo que implica un mayor tiempo de operación de los equipos para aplicar la lámina de riego necesaria (*Vuelvas et al, 1993*).

³ *AUA*: Asociaciones de Usuarios del Agua. En el contexto de los distritos de riego de México, a menudo son llamadas Asociaciones Civiles de Productores Agrícolas y/o Módulos.

Al llegar el agua a la cabecera de la parcela, el manejo que hacen los usuarios de ella es poco eficiente, ya que muy frecuentemente no se tiene una adecuada nivelación del terreno y la aplicación del agua es deficiente, provocando las pérdidas por percolación y el escurrimiento superficial. Las pérdidas de agua en el distrito son un problema muy fuerte, ya que se estiman del 30 al 40%, tanto en la conducción como en el riego parcelario (Ledezma, 1998).

Aplicación a nivel parcelario

El riego para el cultivo del sorgo, se realiza generalmente mediante franjas bajo riego superficial o riego rodado en melgas de aproximadamente 1.50 a 1.60 m de ancho, se aplica inundando primeramente la regadera en la cabecera de la parcela, posteriormente se inunda melga por melga. La forma de aplicación es la misma, así se emplee *labranza reducida* o *labranza cero*, o se tenga o no una cobertura en el suelo.

El riego mediante tubería de compuertas es poco utilizado ya que solo una minoría de los productores cuenta con esta infraestructura, y en cuanto a riego por aspersión es prácticamente inexistente en parcelas con cereales, y a pesar de que la productividad del riego se duplica al tecnificar el riego (Novelo, 1998), los productores consideran poco rentables dichos cultivos como para invertir en la tecnificación del riego.

Experiencias en parcelas con LC en Valle de Santiago, Gto. (FIRA, 1996), lograron ahorros de agua del orden de 35% a 40% en cultivos de OI y en aproximadamente 20% para cultivos de PV.

Las estadísticas nos muestran eficiencias muy bajas en el uso del agua de riego, situación que podría mejorarse combinando la LC con el uso de otros sistemas de riego más eficientes, como el uso de tubería de compuertas; aunque esta es una buena opción para reducir las pérdidas de agua, también se debe tomar en cuenta el costo que involucra la adquisición de este material para los productores, que en su gran mayoría sufren de serios problemas económicos, lo cual fue confirmado por el 89 % de los productores encuestados, ya que tan sólo el 11 % de ellos cuenta con tubería de compuertas para aplicar los riegos, el cual fue obtenido principalmente mediante crédito

con apoyo de algunos programas gubernamentales (*datos obtenidos mediante la encuesta de riego aplicada a productores del DR 011, durante sep-oct del 2000*).

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Tenencia de la tierra

En el estado de Guanajuato existe un total de 1 427 ejidos. En el estado, el 66 % de la superficie agrícola es de temporal y el 33.4 % cuenta con sistema de riego; la superficie promedio por unidad de producción de tierras de temporal es de 7.4 ha. Para el caso de tierras de riego es de 8.8 ha; también existe la posibilidad de tierras con un sistema mixto alcanzando un promedio de 12 ha. de superficie (*INEGI, 1994*)

El Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma contiene 281 ejidos, dando servicio a aproximadamente 24,000 usuarios, 55% de los cuales son ejidatarios y el 45 % restante son pequeños propietarios, el tamaño promedio de las parcelas es de 5 hectáreas: 3.7 hectáreas en el caso de los ejidatarios y 7.6 hectáreas en el de los pequeños propietarios (*Kloezen et al, 1997; Kloezen et al, 1998; PEHG, 1999*).

Organización de productores

Los agricultores del área del Bajío, están involucrados directamente en la redes de distribución del agua de riego superficial mediante la representación de los usuarios en tres organizaciones diferentes que suministran servicios a los receptores individuales (o usuarios): el CH⁴, las AUA⁵ y, más recientemente, también la SRL⁶. La SRL, es una asociación a nivel de distrito que reúne a todas las AUA dentro de los distritos de riego que oficialmente han asumido las responsabilidades de manejo de la O&M⁷ de la infraestructura de la red principal, que antes correspondían a la CNA (*Kloezen, 2000*). Actualmente sólo el Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma” se encuentra constituido como una Sociedad de Responsabilidad Limitada.

⁴ CH: Comité hidráulico.

⁵ AUA: Asociación de Usuarios del Agua, a menudo llamadas Asociaciones Civiles de Productores Agrícolas y también Módulos.

⁶ SRL: Sociedad de Responsabilidad Limitada.

⁷ O&M: Operación y Mantenimiento de los distritos de riego.

Existen diversos grupos de productores registrados como asociaciones agrícolas en la SAGARPA, entre las que se encuentran Asociaciones de Productores de Granos Básicos en los municipios de Pénjamo, Apaseo El Grande y Romita; Policultores: en los municipios de Salvatierra, Cortazar, Jerecuaro, etc.; y algunas otras organizaciones de productores en los municipios de Abasolo, Coroneo, Acambaro, Ocampo y otros⁸.

En algunas comunidades, los productores se han integrado en pequeñas agrupaciones con la finalidad de conseguir semilla y agroquímicos a menor costo. Desafortunadamente, estas agrupaciones son escasas, y benefician a una mínima parte de los productores, en su mayoría pequeños productores.

Otro tipo de organizaciones muy comunes en la zona del Bajío, la representan las sociedades formadas para explotar uno o más pozos para riego, los integrantes de dichos grupos se organizan para explotar el pozo, diseñando su roles de riego, así como distribuyendo los gastos de energía y mantenimiento del equipo. Como asociación, son objeto de posibles créditos para la compra de maquinaria, tubería de compuertas, rehabilitación de pozos u otros beneficios por parte de programas gubernamentales para apoyo a pequeños productores.

Asistencia técnica

En el estado de Guanajuato, existen diversos actores que tratan de cumplir eficientemente con las funciones de asistencia técnica y difusión de tecnologías.

La principal institución que se encarga de ejecutar y normar estas funciones es la Secretaría de Agricultura, quien a través de sus oficinas regionales instrumenta programas de capacitación y divulgación, además de diversas campañas de apoyo a los productores. El SINDER (Sistema Nacional de Capacitación y Extensión Rural Integral) es un programa que pretendía rescatar las formas de otorgar asistencia técnica desde el punto de vista empresarial, en el que la modalidad de técnico puede asociarse con los productores y para tal caso se contratan despachos agropecuarios que son coordinados por parte del gobierno. Para el caso del PEAT (*Programa Elemental de Asistencia Técnica*), se crea para atender áreas marginales, depende en gran parte a los gobiernos

⁸ <http://web-folio.sagar.gob.mx/cgi-bin/foliocgi.exe/>

estatales con apoyo mínimo del gobierno federal. Actualmente tanto el SINDER como el PEAT se han fusionado en el PESPRO (*Programa de Extensionismo y Servicios Profesionales*), que mediante los subprogramas de Capacitación y Extensión, y Elemental de Asistencia Técnica, tiene como objetivos formular y ejecutar proyectos para el desarrollo agropecuario y rural, mejorando las capacidades de los productores rurales así como los servicios de capacitación y extensión ⁹.

El INIFAP¹⁰, es una institución dedicada a la investigación y difusión de las tecnologías agropecuarias, trabajando principalmente sobre los siguientes aspectos:

- 1) Programa de investigación agrícola: aguacate, algodón, arroz, biofertilizantes, biotecnología, cacao, café, cebada, cítricos, control biológico, chile, entomología, ferti-irrigación, frijol, fruticultura, frutillas, hortalizas, limón, mango, malezas, mecanización, nutrición vegetal, oleaginosas, palma de aceite, papa, piña, plátano, predicción de cosechas, QPM, recursos fitogenéticos, sorgo, soya, transferencia de tecnología, trigo de riego, trigo de temporal.
- 2) Programa de investigación forestal: manejo forestal sustentable, plantaciones forestales, recursos genéticos forestales, estudios socioeconómicos de la actividad forestal, sistemas agroforestales, conservación y restauración forestal, productos forestales, evaluación y monitoreo forestal, abastecimiento de productos forestales, servicios ambientales forestales.
- 3) Programa de investigación pecuaria: epidemiología, ovinos, caprinos, doble propósito, validación y transferencia de tecnología, bovinos-leche, forrajes, genética animal, porcinos, reproducción, apicultura.

En las ciudades de Celaya y San Luis de La Paz, el INIFAP tiene situados Centros de Investigaciones Agrícolas.

El Banco de México, es otra institución que a través del FIRA¹¹, se encarga de dar asesoría técnica a los productores. El FIRA lleva a cabo la transferencia de tecnologías a través de centros de desarrollo tecnológico. El Centro de Desarrollo Tecnológico

⁹ <http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/spdr/pespro.htm>

¹⁰ INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

¹¹ FIRA: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

“Villadiego”, se encuentra en el municipio de Valle de Santiago, Gto. Dicho centro está enfocado a la labranza de conservación desde 1988 y cuenta con: 1) módulos de producción de cultivos, donde se establecen y manejan rotaciones de cultivos de ciclo corto, aplicando la *LC*, como maíz y sorgo para grano en el ciclo primavera-verano, y trigo, cebada y hortalizas como brócoli y chícharo chino, en el ciclo otoño-invierno; y 2) módulos de capacitación para técnicos y agricultores de todo el país.-

Existen también en la región, profesionales independientes del sector agropecuario, que trabajan individualmente o asociados en bufetes y que brindan asesorías de manera particular.

Muchas casas comerciales de productos agroquímicos, fomentan la venta de sus productos con promotores técnicos quienes se encargan de capacitar a los productores, sobre todo en la aplicación de herbicidas y fertilizantes, así como en el uso de semillas de variedades mejoradas.

A pesar de la existencia de múltiples agencias, la gran mayoría de los pequeños productores coinciden en que la asesoría es muy deficiente y en muchos casos inexistente.

Infraestructura agroindustrial

En área del Bajío Guanajuatense, por ser una zona altamente productiva cuenta con una amplia base industrial, encontrándose registrados 3,638 establecimientos relacionados con la agroindustria. Dentro de los principales tipos de agroindustria destacan las procesadoras de hortalizas, almacenadoras y beneficiadoras de granos, pasteurizadoras, cremerías y queserías, rastros, vinícolas y fábricas de alimentos para ganado (*PEHG*, 1999).

PROBLEMÁTICA DE LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN EL ESTADO

Antecedentes

En el país, la mayoría de los agricultores hacen esfuerzos por eliminar el “mantillo” mediante quemas, exportación para alimento del ganado, y una minoría lo incorporan al

suelo, con el único afán de dejar sus terrenos “lo más limpio posible”. Esta práctica es altamente degradante en el manejo de los suelos, ya que disminuye la fertilidad de los mismos, haciéndolos cada vez más dependientes de los fertilizantes químicos (*FIRA*, 1996). Actualmente, la producción de cultivos con labranza tradicional implica un laboreo intensivo, moviendo el suelo varias veces con el propósito de formar una cama de siembra, eliminar malas hierbas o arrimar tierra a la base de las plantas. En el estado de Guanajuato, la labranza usada comúnmente con los cultivos en surco, como son trigo y cebada, involucra un barbecho, uno o varios pasos de rastra y una o varias escardas después de haber emergido las plantas (*Galván et al*, 1989). Para el cultivo de sorgo o maíz, donde se emplea la siembra directa, se disminuye entre 10 a 20 % del costo de producción de los cultivos; durante el ciclo PV algunos productores también realizan de manera ocasional una o varias rástras antes de la siembra y una o varias escardas al emerger las plantas. Aún son muy pocos los agricultores que practican la siembra directa para los cultivos del ciclo OI, una de las causas principales es la poca disponibilidad de las sembradoras de grano fino (trigo, cebada), ya que su costo es mucho más elevado que el de las sembradoras de grano grueso (maíz, sorgo), otro factor importante es la tradición, pues la gran mayoría de los agricultores comenta “hemos sembrado así desde los abuelos y los campos no producen lo mismo sino se barbecha, además las parcela se ven muy sucias con tanta paja”.

Otra práctica aún muy común entre los productores de granos básicos bajo riego en el Bajío, es la quema de la paja o rastrojo, utilizada principalmente para limpiar el terreno y facilitar las labores de preparación del suelo para el siguiente cultivo, reduciendo el desfase en las fechas de siembra con respecto a aquellas que se han establecido como óptimas desde el punto de vista de rendimientos por superficie. Actualmente, las campañas para la reducción del uso del fuego, la introducción de sembradoras de Labranza Cero o Reducida y el empacado de los rastrojos han generado una marcada reducción en la quema de pajas (en el Bajío, el trigo produce en promedio 1.2 ton de rastrojo por tonelada de grano cosechada), pero aún persiste como práctica entre ciertos agricultores (*Galván, ?*). Uno de los inconvenientes de la quema de rastrojos es dejar descubierto el suelo, lo que incrementa el riesgo de erosión, disminuye la capacidad de retención de humedad del suelo y la disponibilidad de nutrientes.

En el estado de Guanajuato el sorgo es el segundo cultivo en importancia por superficie sembrada después del maíz, y el primero por valor de la producción, con un rendimiento promedio de 10.0 a 12.0 T/ha o más, con una superficie sembrada de 120 ha de riego y 80 de temporal. El sistema de producción bajo condiciones de riego es trigo-sorgo (SAGAR-INIFAP, 1996).

Trabajos realizados sobre el potencial de adopción de la LC en zonas semi-áridas en el estado de Jalisco (*Jourdain et al.* 2001) demuestran que el potencial de la LC es grande en estas zonas, por la mejoría del balance hídrico que permite obtener. Sin embargo, en las zonas de temporal del estado de Guanajuato, debido a que se necesita exportar casi todos los residuos del cultivo, hubo escasas pruebas con técnicas conservacionistas, y prácticamente ausencia de adopción.

En el área de riego de Guanajuato, los productores han sido ampliamente expuestos a las prácticas conservacionistas, generando una adopción sustancial de técnicas “tipo labranza de conservación”, lo que implica que pocos agricultores de las zonas de riego ignoran lo que es la labranza de conservación: la han probado y adoptado, aunque sea parcialmente, o cuando menos han visto a sus vecinos usar una u otra forma de LC, cuya mayor motivación parece estar en la búsqueda de tecnologías que les permitan reducir sus costos de producción y a la vez reducir el tiempo de trabajo, más que por sus ventajas agronómicas (conservación de suelo y agua).

La gente que adoptó la siembra directa (SD), en la mayoría de los casos, solamente lo hizo en el ciclo PV; sin embargo, aun cuando los productores han reducido significativamente los pasos de barbechos, y/o de rastras, siguen exportando o quemando la paja. Práctica preocupante desde el punto de vista agronómico, ya que al no tener cobertura de residuos, no se obtienen los beneficios de conservación de humedad, llevando además hacia una degradación progresiva del suelo. Los agricultores resuelven el problema de endurecimiento progresivo del suelo, alternando a través de los años las prácticas de SD sin residuos, con la labranza tradicional con incorporación de residuos.

Un aspecto importante en el uso de la LC, es que la mayoría de los productores que adoptaron o probaron las varias formas de LC, lo hicieron sin asesoría técnica.

Descripción y manejo del sistema

La labranza de conservación (LC) ha sido definido como “cualquier secuencia de labranzas que reduce las pérdidas de suelo y agua, en comparación con las de la labranza convencional” (Lal, 1995); es un término ampliamente utilizado que abarca numerosas prácticas aunque generalmente se refiere a la reducción de las operaciones de labranza y la conservación de los residuos de cultivo con el fin de preservar y/o mejorar el suelo (Erenstein y Cadena, 1997). En este sistema los residuos de cosecha son retenidos en o cerca de la superficie y/o la rugosidad superficial del suelo se mantiene, con el objeto de controlar la erosión y lograr buenas relaciones suelo-agua (*Mannering y Fenster, 1983; Allmaras et al, 1985*). Se considera como labranza de conservación a cualquier sistema de labranza o siembra que mantenga al menos 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos después de la siembra (equivalente a aproximadamente 2 ton/ha de residuo), ya que con esta cantidad se logra una reducción aproximada del 50% de la erosión del suelo en relación a un suelo sin cubierta de residuos en la superficie (*Unger et al., 1995; CTIC, 1984*).

Dentro de los sistemas de labranza de conservación se incluyen los sistemas de *labranza cero* y *labranza reducida*:

- a) *Labranza cero* (sinónimo de siembra directa y no labranza), la siembra se realiza sobre los rastrojos del cultivo anterior sin ninguna labranza o disturbio del suelo, únicamente lo necesario para colocar la semilla a la profundidad deseada (*FAO, 1997*), el residuo puede provenir de un cultivo forrajero, cobertera de invierno, un grano pequeño o un cultivo en hilera, reduciendo además la pérdida de suelo y agua, y optimizando el aprovechamiento de la energía en comparación con el sistema convencional (*Figuerola y Morales, 1996*).
- b) *Labranza reducida*, se refiere a la eliminación de uno o más laboreos en comparación con los sistemas de labranza convencional (*FAO, 1997*).

El continuo incremento en costos de producción así como la creciente presión de la sociedad sobre la conservación de los recursos naturales genera una tendencia a la eliminación total de la labranza (*Figuerola y Morales, 1996*), haciendo necesario el uso

de maquinaria especializada tal como sembradoras de *cero labranza*, distribuidoras de rastros y el uso de herbicidas de bajo impacto ambiental (FIRA, 1996)

En el área del Bajío la mayoría de los productores emplea la *Labranza Reducida* que consiste en un menor número de pasos de maquinaria así como la *Labranza Cero* que contempla únicamente la labor de siembra directa, pero sólo en pocos casos se puede considerar como *Labranza de Conservación*, ya que generalmente no se deja residuo sobre la superficie del suelo o la cantidad de rastrojo es insuficiente para reducir los procesos erosivos.

Manejo de residuos

Erenstein (1997) considera que generalmente la mayor limitación es el método tradicional de disposición del residuo. El uso de los residuos puede variar en forma considerable entre regiones, y aún dentro de las mismas (Erenstein, 1997-b). En muchas áreas de México es todavía común quemar residuos para preparar la parcela, con lo cual se puede eliminar hasta 90 % del residuo (Erenstein, 1999). Los productores queman residuos por varias razones: 1) relacionan la incidencia de varias plagas y enfermedades con la presencia del residuo de la cosecha como mantillo (Erenstein, 1996), lo que implicará un costo mayor en el control de plagas, 2) consideran que la siembra en LC consume más tiempo por el hecho de requerir sembradoras especiales, adaptadas para la siembra directa y equipadas con discos cortadores para cortar el residuo.

El uso del residuo como mantillo dependerá de los diferentes destinos o usos que se le den, ya que el productor tendrá que adecuar dichos destinos de manera que pueda existir un excedente que permita obtener un mantillo adecuado, para el caso del rastrojo de maíz debe equivaler a aproximadamente dos toneladas de residuo por hectárea (Tripp y Barreto, 1993), aunque Scopel y Chávez (1996), proponen reducir esta cantidad a 1.5 toneladas de residuo de maíz por hectárea, en zonas donde los residuos son escasos.

En el Bajío, los productores consideran que el dejar el residuo en la superficie de la parcela atrae plagas que dañarían las plantas al germinar, y hace ver la parcela descuidada, por tal motivo, generalmente empacan para forraje los residuos de maíz y sorgo; por el contrario, tienden a quemar los residuos de trigo y cebada, pues su valor

nutritivo como forraje es menor, aunque en algunos casos, este residuo se comercializa para la producción de hongos comestibles o simplemente se regala con la condición de recogerlo después de la cosecha y dejar libre de paja la parcela (*pre-encuesta*, 2000).

Preparación del terreno

Para el uso de la *LC* en parcelas con riego, *FIRA* (1998) recomienda un terreno con buena nivelación y baja pendiente en riego de gravedad, adecuado drenaje interno y superficial (especialmente en zonas con precipitaciones considerables en el ciclo de lluvias), baja pedregosidad (sobre todo si se trata de siembra mecanizada), surcos o bordos de conducción de agua (en el caso de riego por gravedad, para el caso de riego por aspersión no se requieren ni son recomendables), y suficiente cantidad de mantillo para cumplir con los objetivos de conservación de agua y suelo. Es importante considerar: 1) la cantidad, naturaleza, distribución y posición de los residuos que determinarán el porcentaje de cobertura, el espesor y homogeneidad del mantillo, considerando que la siembra puede realizarse antes o después del desvare; el residuo debe distribuirse de manera homogénea en cantidad y posición en toda el área de siembra, para que la semilla sea colocada a la profundidad adecuada y no quede en el rastrojo, además de evitar zonas donde se concentre la humedad de manera excesiva favoreciendo la pudrición de la semilla o el brote. 2) las malezas presentes antes de la siembra son un problema que debe ser resuelto debidamente para así asegurar el mejor establecimiento del cultivo, pueden usarse métodos mecánicos y/o químicos de control. 3) la presencia y estado de surcos y/o bordos para la conducción del agua de riego por gravedad.

Dentro de la *LC* existen varias modalidades en lo referente a la preparación del suelo: labranza reducida (*LR*) y labranza cero (*0L*); *Figueroa y Morales* (1996) definen como *LR* a aquel sistema en el cual las operaciones de labranza primaria son modificadas conjuntamente con procedimientos especiales de siembra, de tal manera que se reduzcan o eliminen las operaciones de labranza secundaria. *0L* es aquel procedimiento mediante el cual, la siembra se hace directa y esencialmente en camas de siembra no preparadas. En este caso el barbecho se nombra como *labranza convencional o tradicional*, en este sistema el suelo se rompe con una serie de implementos primarios diseñados para

producir fragmentos de agregados y terrones de diversos tamaños, esta preparación se completa con operaciones de labranza secundaria para pulverizar, empacar y homogeneizar la superficie del suelo, formando la cama de la semilla.

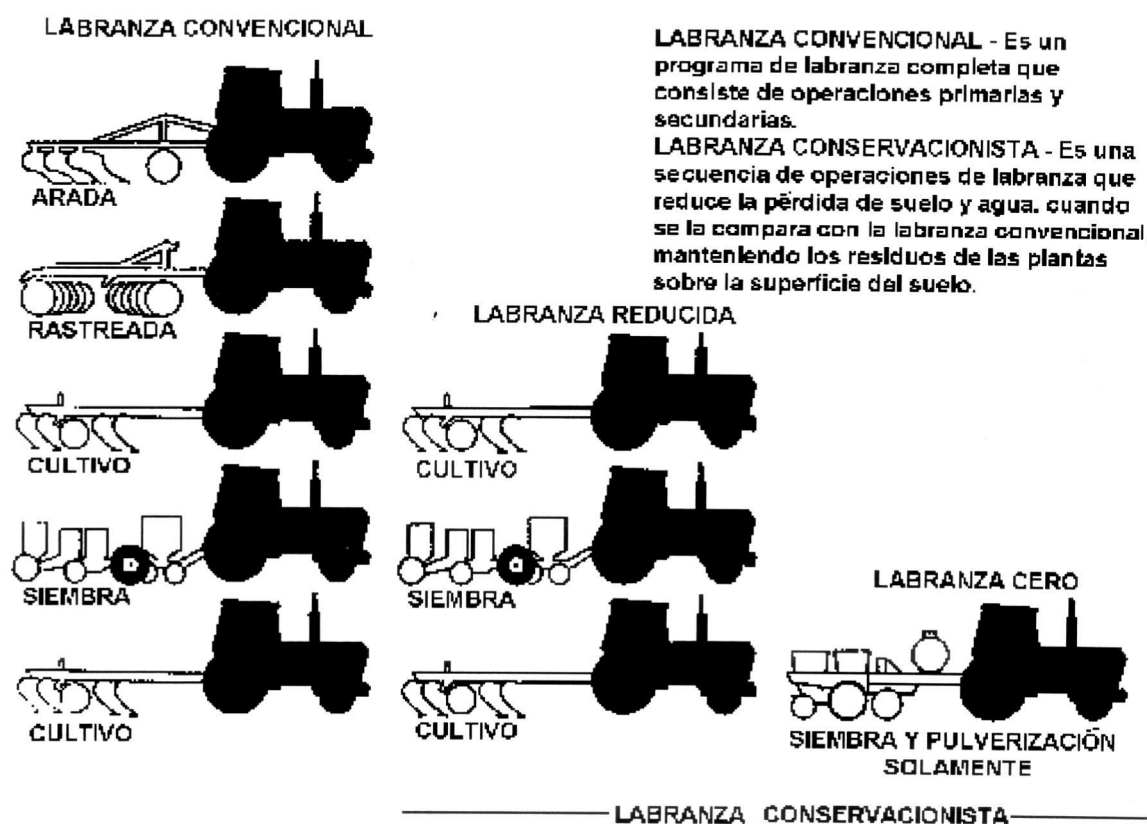


Figura 8. Preparación del suelo en diferentes sistemas de labranza (Fuente: FAO, 1997)

Las formas de preparación del terreno que han podido observarse en el área de riego del Bajío, se muestran de manera esquemática en el cuadro 3.

Cuadro 3. Sistemas de LC en la zona de riego del Bajío.

Tipo	OI		PV	
	Prep. Suelo	Uso de los residuos	Prep. Suelo	Uso de los residuos
LR – LR	2R	variado	2R	variado
LR – 0L	2R	variado	0L	variado
B – 0L	B + 2R + N	variado	0L	variado
B – LR	B + 2R + N	variado	2R	variado
0L– Hortalizas	0L	Se deja	0L	Se empaca
0L – 0L	0L	Se deja	0L	Se deja

* OI: ciclo agrícola Otoño-Invierno, PV: ciclo agrícola Primavera-Verano, LR: labranza reducida, 0L: cero labranza, B: barbecho, R: rastreo, N: nivelación

En esta área el sistema de labranza B-LR para los ciclos de cultivo OI y PV respectivamente, es la que se define como convencional o tradicional, donde se prepara el suelo para el cultivo de O-I mediante un barbecho seguido generalmente por dos rastras y el empleo de la cultivadora para control de las malezas antes de la siembra, para el cultivo de P-V comúnmente solo se realizan dos rastras antes de la siembra directa. Los sistemas *LR-0L*, *0L-0L* y *LR-LR* son muy escasos en el Bajío; en los sistemas de 0L, no se realiza ninguna preparación antes de la siembra.

En esta zona, los productores generalmente realizan un barbecho después de la cosecha de sorgo o maíz, aludiendo a que existe mucho rebrote al sembrar el cultivo de OI (trigo, cebada), que le impide desarrollar adecuadamente, ocasionando un aumento sustancial en el costo de control de malezas (en el ciclo de PV, también hay problemas de rebrote de los cultivos de trigo/cebada, lo que indica que realizar barbecho tiene fuertes connotaciones culturales más que prácticas o técnicas); otro factor es el aspecto cultural, pues según comentarios de los agricultores, “siempre se ha hecho así”. Otro aspecto que impide el uso de la *Labranza de Conservación* para el ciclo OI, a decir de los agricultores, es la poca disponibilidad que existe en la zona de sembradoras de *siembra directa* para grano fino (trigo y cebada). Para el ciclo PV, en su mayoría los productores hacen *labranza reducida o labranza cero*, sin embargo, el rastreo es empacado y/o quemado casi en su totalidad, en este caso, al no existir una adecuada cobertura de mantillo para proteger el suelo, no se puede considerar como LC.

Para la siembra de sorgo con labranza cero mecanizada se realiza la siembra en suelo no preparado con máquina sembradora-fertilizadora, actividades que se realizan después de cosechar el trigo, sin quemar la paja (SAGAR-INIFAP, 1996).

Manejo

Maquinaria y equipo

De acuerdo a *Erenstein* (1997), la adopción de prácticas de *LC* puede requerir de acceso a cierta maquinaria o equipo. La baja disponibilidad de tal maquinaria aumenta por consiguiente los costos iniciales de adopción. En el contexto mexicano pueden distinguirse dos tipos específicos:

Sembradoras: los sistemas de labranza de conservación en el mundo industrializado usan los sembradores directos para sembrar a través del *mulch* bajo condiciones de *OL*, con las que ya se cuenta en México, tanto de importación como de producción nacional (*FIRA*, 1996). Las sembradoras de *LC* se diseñaron o modificaron para que sus componentes puedan trabajar en un ambiente con residuos en la superficie del suelo y sin laboreo, aunque los componentes de la sembradora no están diseñados para que operen a través de grandes montones de residuo como los que frecuentemente dejan las combinadas (*Figueroa y Morales*, 1996).

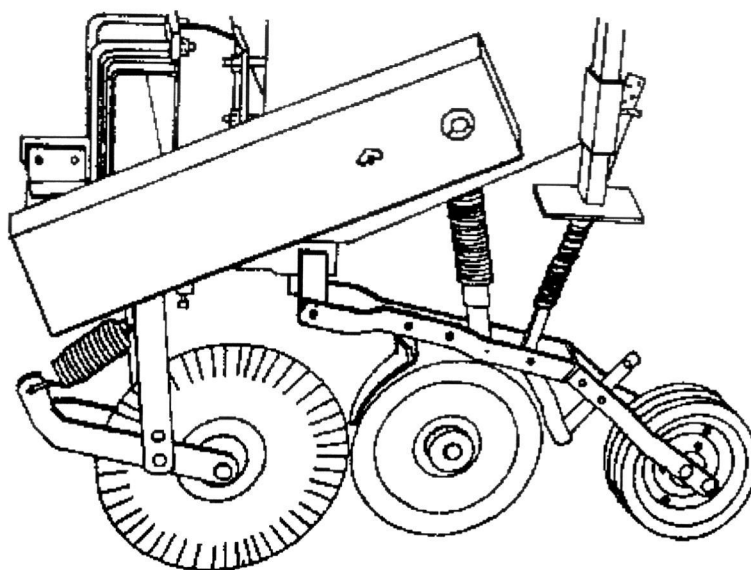


Figura 9. Sembradora de siembra directa

Equipo de aplicación de herbicida: la adopción de prácticas de *LC* generalmente implica reemplazar laboreo con herbicidas. Esto requiere acceso a un pulverizador de mochila. El no poseer un pulverizador de mochila crea una barrera de entrada, ya que el productor necesitaría comprarlo (una inversión considerable para los sistemas de subsistencia) o rentarlo (generalmente a la proporción del salario de un día para un obrero) (Erenstein, 1997).

En el Bajío la disponibilidad de maquinaria para siembra directa es alta, sobre todo para grano grueso como son maíz y sorgo; para grano fino, que son trigo y cebada, se reduce en cierto grado la disponibilidad de sembradoras para grano fino, por el hecho de que muy pocos productores emplean la siembra directa para los cultivos de otoño-invierno. Así mismo, prácticamente cada productor en el Bajío cuenta con por lo menos un aplicador de mochila propio, aunque también la disponibilidad de mochilas y aspersoras rentadas es muy alta en esta zona.

Siembra

Es una de las etapas más importantes del proceso, ya que involucra la emergencia y el establecimiento de la planta como cultivo. Durante este período es indispensable hacer un ajuste y calibración adecuados tanto en dosis de siembra como en la profundidad de colocación de semilla, así como tener en cuenta la distancia programada entre plantas y entre surcos. En cuanto a la profundidad, es de vital importancia considerar el espesor del mantillo y la homogeneidad del mismo. En siembras de riego no es necesario profundizar demasiado la semilla pero sí lo suficiente para germinar y emerger (FIRA, 1998). La fecha óptima de siembra es del 1° de abril al 1° de junio, pues en fechas posteriores disminuye el potencial de rendimiento, existe riesgo por bajas temperaturas en floración o bien riesgos de heladas, hay mayor probabilidad de ataque de plagas y enfermedades en etapas más tempranas del cultivo (SAGAR-INIFAP, 1996).

La siembra se realiza en seco, depositando la semilla de 2.5 a 5 cm de profundidad. Se ha observado en el área de estudio que en la etapa de siembra, los productores que utilizan sembradoras de *LC*, utilizan densidades de siembra menores (entre 14 y 16 kg/ha) a las utilizadas en la *labranza convencional*; la dosis recomendada por el INIFAP es entre 15 y 18 kg/ha, aunque algunos productores utilizan dosis entre 20 y 22 kg de

semilla por ha (SAGAR-INIFAP, 1996). Se han presentado algunos problemas durante la siembra, debidos principalmente a la distribución y tamaño de los residuos, que en ocasiones impiden una adecuada colocación de la semilla. Normalmente la siembra se hace a dos hilos (hileras de plantas) en melgas de aproximadamente 150 cm de ancho, pero algunos productores están haciendo pruebas de siembra a tres hilos, para observar el comportamiento del cultivo a densidades mayores, así como el efecto en la presencia de malezas y sobre todo en rendimiento.

Fertilización

El cambio de método de labranza a *labranza de conservación* requiere de cambios también en las prácticas de manejo. Una de esas prácticas es la del manejo de la fertilidad de los suelos, la cual se ve grandemente afectada debido al nuevo ambiente planta-suelo que se desarrolla en sistemas sin labranza convencional. Bajo la *LC* la mayoría del residuo de los cultivos permanece en la superficie del terreno, esto reduce al menos temporalmente la tasa y cantidad de nutrientes de las plantas que se liberan debido a la descomposición del residuo, proceso denominado *inmovilización*, en el cual los microorganismos al descomponer los residuos consumen el nitrógeno disponible en el suelo, inmovilizándolo; por este motivo durante algún tiempo habrá poco N disponible para las plantas, pero al reducir la población de microorganismo el N vuelve a estar disponible para el cultivo.

FIRA (1998) menciona que la *LC* permite manejar los fertilizantes tanto en aplicación superficial como incorporada, sin mostrar diferencias significativas en el rendimiento. Las experiencias al respecto muestran que a pesar de algunos cambios en la distribución de los nutrientes dentro del perfil, los efectos sobre los rendimientos en general no varían y que por el contrario tienden a aumentar por la mayor disponibilidad de agua para la planta al conservarse mejor la humedad.

Se recomienda que en la siembra se aplique la mitad de la dosis de N y todo el fósforo y en la 2ª escarda o a los 35 días el resto. Después de trigo o cebada cuando se incorporan los residuos se recomienda agregar 40 U o kg de N (SAGAR-INIFAP, 1996). En lo referente a la fertilización en parcelas con *LC* en el Bajío, los productores manejan dosis semejantes a las que aplicaban en sus parcelas con *labranza convencional*, las dosis de

fertilización aplicadas se basan en consideraciones personales, no en las necesidades particulares de cada parcela. Las dosis las estandarizan de acuerdo al cultivo, lo que genera en muchos casos una sobre-dosis de fertilizantes nitrogenados, que en su mayoría no es aprovechado por el cultivo. '

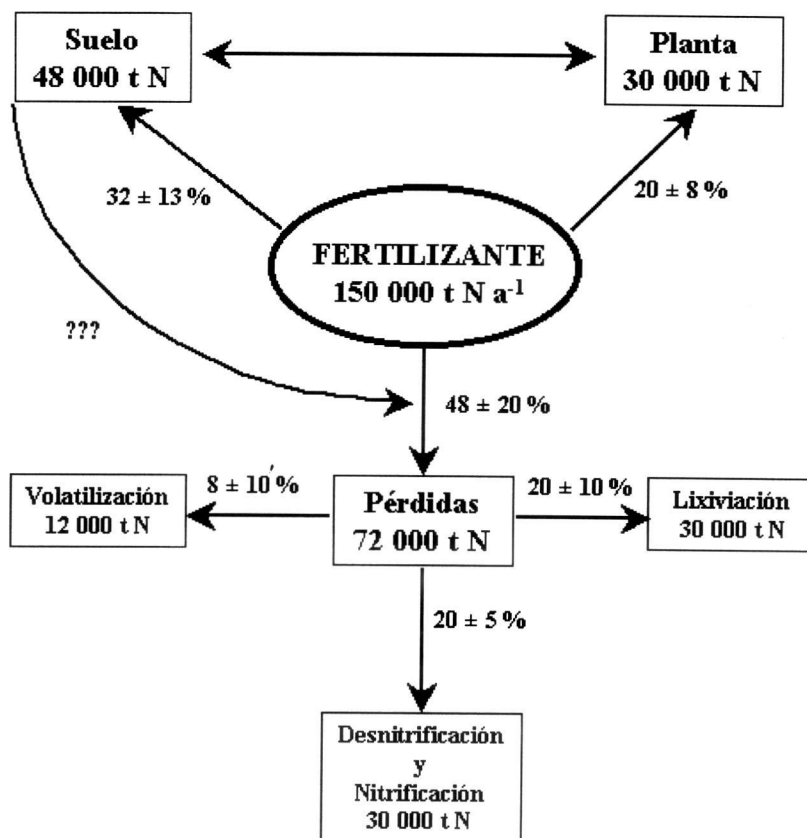


Figura 10. Balance de nitrógeno en el sistema agrícola de el Bajío Guanajuatense (Grageda-Cabrera, 1999)

Control de malezas

En los sistemas de LC, el manejo de las poblaciones de maleza cambia drásticamente al reducirse el laboreo del suelo e incrementarse la dependencia del uso de herbicidas. Siendo el principal problema en los sistemas de LC, el poder obtener un manejo eficiente y económico de maleza (Buhler, 1998).

Un adecuado control depende más de las rotaciones, la competencia y la sanidad de los cultivos para controlar las poblaciones de malezas. Con un buen sistema de *LC*, los herbicidas se utilizan para complementar otros métodos de control de malezas, más que para reemplazarlos como es el caso de la labranza convencional. Las rotaciones que contienen plantas con el mismo tipo de hábitos de crecimiento (fechas de siembra y cosecha) provocarán problemas de control de malezas con hábitos de crecimiento semejantes (ya sea que se use labranza o no). La rotación de herbicidas y cultivos ayuda a prevenir la formación de malezas problema, de residuos dañinos de herbicidas, y de malezas resistentes a los herbicidas. Un cultivo competitivo puede sombrear las malezas y auxiliar en el control de las mismas en los sistemas de *LC*. Para tener un cultivo y un sombreado adecuado de las malezas es conveniente tener distancias entre surcos reducidas y que además permitirá una mejor distribución del residuo en la cosecha, y en ocasiones puede aumentar el rendimiento. Ya que el establecimiento inicial del cultivo es más difícil en la no-labranza se debe prestar atención especial a la densidad de siembra y a la profundidad, ya que las plantas faltantes en el cultivo provocarán problemas mayores de maleza. Las coberteras de residuos bien distribuidas auxilian en el control de las malezas especialmente en el caso de los granos pequeños ya que inhiben la germinación de malezas de semilla grande y sombrean otras malezas ocasionando un ambiente poco favorable para el desarrollo y germinación de las mismas (*Figuerola y Morales, 1996; FIRA, 1996*).

El control de malezas es más eficiente en sistemas de cultivos con presencia de cobertura muerta, principalmente de especies de invierno. La acción de la cobertura muerta se da principalmente por los efectos alelopáticos de sus productos de descomposición (*Lorenzi, 1984*). Según *Almeida et al. (1984)*, los efectos alelopáticos son específicos, por eso el complejo que se desarrolla en las diferentes coberturas muertas difiere, cualitativa y cuantitativamente, en función del tipo de residuos vegetales de que están compuestas. De acuerdo a *Lorenzi (1984)*, entre los diversos grupos de plantas usadas como cobertura muerta, las gramíneas (maíz, trigo, avena, cebada, centeno) parecen ejercer los efectos alelopáticos más pronunciados, mientras que las leguminosas (*mucuna*) son también eficientes sobre diferentes especies de malezas. Seleccionando con criterio los cultivos de invierno formadores de cobertura muerta, es

posible disminuir significativamente la propagación de malezas y con eso reducir también el uso de herbicidas, aunque también hay que considerar que dan lugar a rebrotes, lo que exige el uso de herbicidas para su eliminación (*Almeida, 1985a, b*).

Las experiencias de *FIRA* (1998) en el Bajío han mostrado que la incidencia de malezas tiende a disminuir fuertemente en los predios en los que se ha dejado de laborear y en los cuales se ha estado usando el sistema de *LC* (siempre y cuando se mantenga en la superficie un mantillo adecuado). Esta reducción se observa marcadamente en malezas de hoja ancha y angosta anuales. Las malezas perennes de hoja angosta, por el contrario, tienden a incrementarse conforme avanza el número de ciclos sin laboreo. Los zacates anuales y perennes constituyen el principal problema de maleza en la adopción de sistemas de *LC*, sobre todo para la producción de sorgo, ya que en este cultivo la aplicación de herbicidas post emergentes es prácticamente imposible, pues no existen productos que controlen zacates y sean selectivos al sorgo (*Rosales, 2000*).

Generalmente en esta área la rotación de cultivos es de cereales (trigo-sorgo, trigo-maíz), lo que incrementa la incidencia de malezas; además como ya se ha mencionado, la cobertura del residuo es mínima (<10%), por lo que se hace necesario sustituir el posible efecto que tendría la cobertura en la germinación de las semillas de malezas, por otro tipo de control de malezas o incrementando la densidad de plantas, que al generar una sombra suficiente reducirá la presencia de malezas. Para realizar cualquier control de malezas se debe tomar en consideración el período crítico de competencia, que para el caso del cultivo de sorgo, Tamayo (1991) menciona que es en los primeros 20 a 30 días de desarrollo de la mayoría de los híbridos de sorgo para grano. De manera general, los herbicidas empleados en la *LC* son los mismos herbicidas utilizados en labranza convencional.

Control de plagas y enfermedades

Como en el caso de las malezas los aspectos más importantes relacionados con el control de enfermedades e insectos son las rotaciones y la sanidad del cultivo. Hay enfermedades e insectos que se pueden controlar mediante el uso de rotaciones adecuadas y aquellos que se controlan mediante la práctica de una sanidad del cultivo adecuado. También existen insectos y enfermedades que no son afectados por las

prácticas culturales y de manejo. Las enfermedades que se desarrollan en forma directa como resultado del residuo que queda en la superficie, incluyen los manchados de las hojas y el carbón de la espiga. Mediante las rotaciones se puede controlar esas enfermedades. Los granos pequeños no deberían sembrarse después de los granos pequeños y el trigo no debería sembrarse después del maíz. Los verdaderos sistemas de *LC* que dejan entre 30 y 60% de cobertura de residuos experimentan presiones de enfermedades mayores cuando no se usan rotaciones y las condiciones ambientales son favorables para la ocurrencia de las enfermedades. El control de plagas en la agricultura (incluyendo insectos nematodos y ácaros) se ha venido realizando a través de prácticas de manejo del cultivo, rotaciones, mejoramiento genético, y en su mayor parte mediante el uso de agroquímicos (*FIRA*, 1998).

Una diferencia primaria entre la *LC* y la convencional (en especial los sistemas de no-labranza) esta relacionada con las plantas y animales que descomponen la materia orgánica. La labranza y la mezcla de los residuos de los tejidos vegetales de los residuos de las plantas en el suelo permite su ataque por las bacterias y su descomposición relativamente rápida. Alternativamente, cuando el suelo no se disturba y el mantillo permanece en la superficie, los descomponedores de la flora primaria son los hongos, y el tiempo de descomposición se alarga. Este cambio se ve acompañado por una acumulación constante de los materiales orgánicos (mantillo) y un incremento paralelo de los descomponedores secundarios (artrópodos y nematodos). Otro segmento de la comunidad de los artrópodos (los insectos y ácaros) que habitan el suelo, también cambian después de la introducción de la *LC*. El aumento en organismos descomponedores que resulta de la presencia de más mantillo superficial atrae artrópodos predadores. El mantillo superficial también sirve como cubierta para muchas especies de artrópodos y para regular la temperatura y la humedad. Estos efectos crean un hábitat más favorable para muchos tipos de artrópodos que se alimentan de las plantas así como sus predadores (*Figuerola y Morales*, 1996).

Para el caso del sorgo, se tiene un número limitado de enemigos, pero su efecto puede ser determinante en la pérdida del cultivo y en la baja productividad cuando no se aplican medidas adecuadas de control. Con cualquier sistema de labranza, el cultivo continuo de sorgo aumenta la aparición de enfermedades y de insectos (*SAGAR-INIFAP*,

1996). Dentro de las principales plagas del sorgo se encuentran el gusano cogollero (*Laxostege similalis*), pulgón del cogollo (*Rhopalosiphum maidis*), pulgón del follaje (*Schizaphis graminum*), mosquita de la panoja o mosca midge (*Contarinia sorghicola*), araña roja (*Oligonychus mexicanus*), gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*), chapulines (*Brachystola spp*, *Melanoplus spp*, *Sphenarium spp*), barrenador del tallo (*Zeadiatraea grandiosella*), chinche café (*Oebalus mexicana*), entre otros. Para el caso del *gusano soldado*, el control no es muy fácil, pues su actividad es generalmente durante la noche y se ocultan en la tierra durante el día; la *mosca midge* debe controlarse cuando el cultivo esta en plena floración, ya que en esta etapa es cuando se realiza la oviposición; el control de la *chinche café* es recomendable hacerlo antes de la etapa de formación del grano, ya que es cuando el insecto causa daño; el *pulgón* debe controlarse al momento de detectar los primeros síntomas, tiene algunos enemigos naturales como las avispas y catarinitas; sin embargo, una vez que se inicia la reproducción y las condiciones son favorables, la población de pulgones se sobrepone fácilmente a la de los enemigos naturales (SAGAR-INIFAP, 1996).

Las enfermedades que se desarrollan directamente como resultado de dejar el residuo en la superficie incluyen los manchados de las hojas y el tizón en los cereales pequeños. Otras enfermedades no están relacionadas con el residuo, entre las que se incluyen aquellas que requieren de insectos como vectores, como el enanismo amarillo de la cebada y el mosaico estriado del trigo, que son transmitidos por un áfido y un ácaro respectivamente. La sanidad en el rastrojo es la clave para controlar estas enfermedades. Los vectores requieren de plantas vivas para sobrevivir durante un período largo de tiempo. Si se asegura que todas las malezas estarán controladas en los rastrojos, se reducirán significativamente las poblaciones de estos insectos.

Las enfermedades del sorgo más importantes son las antracnosis, el muermo rojo y el mildew o escoba de bruja. Las royas, tizones, rayas bacterianas de la hoja y la podredumbre del tallo; provocan daños menos considerables. Algunas enfermedades se presentan cuando ocurren altas precipitaciones y temperaturas medias. La recomendación generalizada para el control de todas ellas incluye la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes. No es común aplicar pesticidas para controlar estas enfermedades (Figueroa y Morales, 1996).

Experiencias y trabajos de investigación en otros países y México muestran resultados que apuntan unos hacia el incremento en los problemas de plagas y enfermedades, otros en los que no se observa variación alguna y otros en los que incluso se disminuyen los problemas. Esto depende marcadamente de la cantidad y tipo de residuos del cultivo anterior y del tipo de cultivo a establecer. En términos prácticos en el Bajío no se ha observado incremento o disminución de los problemas de plagas y enfermedades (*FIRA*, 1998).

Riego

En el caso de predios con disponibilidad de agua, la presencia de mantillo no causa ningún problema al movimiento superficial del agua debido al bajo peso específico de los residuos, ya que estos flotan y dejan pasar libremente el agua. Es recomendable tener nivelación adecuada para evitar encharcamientos y profundizar surcos o levantar bordos para distribuir mejor la humedad (*FIRA*, 1998).

Los agricultores de la zona del Bajío tienen como fuentes de agua para el riego de sus parcelas, pozos para extracción de agua del acuífero y agua de la presa de almacenamiento Solís principalmente. De acuerdo a los productores, la presencia de mantillo en la parcela reduce en algunos casos el número de riegos necesarios para un buen desarrollo del cultivo y conserva por mayor tiempo la humedad; en cuanto a la velocidad de los riegos, algunos de los productores comentaron que la velocidad es un poco más lenta en parcelas con LC, en comparación con las parcelas en labranza convencional.

El exceso de agua de irrigación tiene aspectos negativos como el lavado de los nutrientes solubles, los altos costos de energía necesarios para la obtención del agua, además de dar origen a problemas de mal drenaje, y consecuentemente de salinidad. La necesidad del agua por la planta está asociada a sus estadios de crecimiento y a las condiciones del clima, de este modo tanto la escasez como el exceso de agua producen efectos negativos en la productividad de los cultivos (*FAO*, 1997). En el área del Bajío un problema importante es la tendencia al sobre riego por parte de los agricultores, en la medida que la cuota por el servicio es mas baja, esto aunado a la incertidumbre de las condiciones climáticas, ya que la presencia de las lluvias durante el año 2000 fue muy

errática, los embalses no acumularon suficiente agua, ocasionando la suspensión de los riegos para el ciclo OI.

Cosecha

De manera práctica no existen cambios en el procedimiento de la cosecha respecto del sistema tradicional; solamente se recomienda que en caso de que se coseche en forma mecánica, sean colocados esparcidores en las máquinas cosechadoras con el fin de distribuir homogéneamente los residuos. Una observación notable es que después de un último riego o una última lluvia del ciclo, un terreno con *LC* se pone “a punto” para ser cosechado antes que uno laborado tradicionalmente (*FIRA*, 1998).

Rendimiento

De acuerdo a datos de *FIRA* (1990), con el uso de *LC* se logró incrementar el rendimiento promedio de sorgo en terrenos de riego de 8 T/ha a 10.5 T/ha. Incrementos que también se verificaron en trigo y cebada, siendo estos entre 10 y 20% mayores a los obtenidos en parcelas con labranza tradicional.

Para el ciclo PV (2000) el rendimiento promedio de sorgo fue de 10.4 T/ha en parcelas de 0L en PV y en parcelas de LR en PV se obtuvo un rendimiento de 9.7 T/ha (datos obtenidos del seguimiento agronómico en parcelas, Bajío 2000)

Beneficios y limitantes de la *Labranza de conservación*

Beneficios de la labranza de conservación

De acuerdo a *Figueroa y Morales* (1996), los grandes beneficios de la labranza de conservación caen dentro de tres grandes rubros: conservación del suelo, ahorro energético y ahorro en tiempo y mano de obra.

Ahorro en energía utilizada. La labranza de conservación se traduce en reducciones en el uso de combustibles, debido a que se evitan pasos del equipo agrícola durante el proceso de producción. La cantidad de combustible ahorrado varía entre áreas geográficas y entre explotaciones. Esto se debe a diferencias en el tipo de suelo, tamaño y tipo de herramientas de labranza utilizadas, profundidad de laboreo, tamaño y forma

del terreno (los terrenos irregulares y pequeños requieren de más vueltas ocasionando un consumo mayor de combustible) y el tamaño y condición mecánica del tractor. *FIRA* (1996) comenta que al reducir el uso intensivo de maquinaria (arados, rastras, grandes tractores, etc.) en los cultivos, con la *LC* se ahorran cerca de 4 quintas partes de la energía que demanda la agricultura convencional mecanizada.

Ahorros en tiempo y mano de obra. La mayoría de los estudios señalan que la labranza de conservación reduce el tiempo y mano de obra para cultivar una hectárea entre un 50 y un 60%. El tiempo que se ahorra en laboreo es mayor, pero se ve disminuido pues la labranza de conservación requiere más tiempo de manejo y de operación de la sembradora de *LC*, ya que esta trabaja a una velocidad menor que las sembradoras convencionales.

Aunque los ahorros en suelo, combustible y mano de obra son los beneficios más importantes, existen otros beneficios que pueden o no ser importantes para todos los agricultores.

Reducción en los costos de maquinaria. En un sistema de labranza reducida se eliminan de 3 a 4 herramientas de labranza primaria. Pero en un programa de *LC*, en su forma básica, se necesitan solamente tres implementos: tractor, sembradora y aspersora. En la *LC* también se requieren tractores de menor caballaje. La labranza primaria es la operación que más poder consume, ya que requiere aproximadamente 25 hp por prisma invertido (dependiendo del tipo de suelo y la profundidad). En un sistema de *LC*, la siembra es la operación que más energía demanda, utilizándose cerca de 15 hp por hilera de siembra (*Figuerola y Morales, 1996*).

La *LC* hace posible la siembra de varios cultivos durante el año, lo que bajo el sistema tradicional no es posible, debido a que durante la preparación de las tierras se imposibilita sembrar en la fecha óptima o se pierde la humedad del suelo, y por consecuencia la oportunidad de tener una buena germinación o una producción máxima.

Efecto de la labranza de conservación en la conservación del agua y el suelo

A pesar del conocimiento actual sobre el manejo del agua y el suelo y del uso de las prácticas tradicionales de control de erosión (terrazas, zanjias de desviación, cortinas

rompevientos, etc), la erosión sigue siendo la amenaza más grande a la producción agrícola de México.

La erosión, se genera principalmente por la influencia de la precipitación que es estacional y se concentra en un periodo corto de tiempo. Además se presenta erosión eólica, aún en las zonas con poca pendiente, donde el material predominante es consolidado. El transporte de los sedimentos ya sea por vía hídrica o eólica ocasiona el asolvamiento y, por ende, la disminución en la capacidad útil de los embalses y bordos en el estado, además de generar el acarreo de azolves a la red hidrográfica, alteración en el escurrimiento superficial y en la recarga de los acuíferos. Los ecosistemas de ríos y arroyos han sido severamente dañados, lo que ocasiona que sea difícil de restituir su condición original e inclusive determinarla (*PEHG*, 1999). Un factor crítico para el control de la erosión es el porcentaje de cobertura para los cultivos en hilera, desde la cama de semilla hasta que se cubra el suelo por el cultivo. La disminución en erosión laminar y chorrillos debidos a la *LC* varía entre 50 y 90 % comparada con la de labranza convencional, ya que los residuos del mantillo no solo interceptan las gotas de agua de la lluvia, sino que también retrasan la escorrentía, lo que permite una mayor infiltración y una disminución en los escurrimientos (*Kocher*, 1990).

A nivel productor realmente no hay diferencia alguna en el uso del agua, pues la forma de riego es similar tanto en labranza convencional como en *LC*; sin embargo, existen resultados como el obtenido por *FIRA* (1996), que logró ahorros de agua de 35% a 40% en cultivos de O-I bajo condiciones de riego; mientras que en P-V los consumos de agua de riego se redujeron en aproximadamente 20%.

La *LC* induce grandes modificaciones en los procesos químicos y bioquímicos del suelo, debido a que la superficie del suelo prácticamente no es perturbada; además de reducir la erosión en gran medida, el nivel de materia orgánica tiende a subir y estabilizarse en un punto de equilibrio materia orgánica-temperatura-humedad más alto, en vez de caer, como sucede con el barbecho periódico, afectando simultáneamente en forma directa la nutrición de las plantas por los nutrimentos que la constituyen, siendo los más importantes: el nitrógeno, el azufre, el fósforo, el potasio y el cinc (*Kocher*, 1990; *Figueroa y Morales*, 1996). Además del incremento en el contenido de carbono orgánico

en la superficie del suelo en la *LC* (Dick, 1983), existe una mayor actividad biológica, medida como un incremento en el número de microorganismos de diversos grupos ecológicos (Dick, 1984).

La *LC* disminuye considerablemente la erosión debido a que incrementa la estabilidad de los agregados y mantiene tasas de infiltración más altas en el suelo (Kocher, 1990 y Figueroa, 1975). Si el sistema de labranza de conservación se acompaña con un mantillo de residuos vegetales que cubran más del 70% de la superficie del suelo, entonces prácticamente la erosión se reduce a cero (Galván et al., 1989).

Cuadro 4. Mantillo superficial y pérdidas de suelo debido a varios sistemas de labranza del suelo con 5% de pendiente, labrados en contorno, después de maíz y soya.

Labranza	Mantillo superficial después de		Suelo perdido después de	
	Maíz %	Soya %	Maíz %	Soya %
Arado vertedera otoño	4	2	12.8	28.5
Disco, cincel otoño	50	11	2.3	4.4
Labranza cero	85	59	1.1	3.8

Conservación de la humedad. La *LC* incrementa la humedad del suelo por tres razones principales. 1° La evaporación del suelo es menor ya que no se expone el suelo a la radiación solar, los residuos vegetales sobre la superficie del suelo lo sombrea generando una temperatura y una evaporación menores; 2° La *LC* en el largo plazo, retiene más humedad aprovechable ya que incrementa el contenido de materia orgánica; y 3° La cobertura de residuos actúa como retenedora de la lluvia ya que permite un mayor almacenamiento superficial, una menor velocidad del agua de escurrimiento y una mayor infiltración (Figueroa y Morales, 1996).

Reducción de la compactación del suelo. Los suelos muy arenosos y algunos suelos arcillosos presentan graves problemas de compactación. Este es más que nada un fenómeno ocasionado por el hombre al transitar en excesos sobre los terrenos agrícolas con equipos pesados. Por lo tanto, la reducción en operaciones de labranza disminuye la compactación del suelo (FIRA, 1996).

Efecto de la labranza de conservación en la disminución de los costos de producción

FIRA (1996) observó que la disminución en los costos de operación, en los ciclos agrícolas P-V y O-I, fluctúa entre 20 y 35%, respectivamente, llegando a ser del orden de los \$ 1,100.00 en cultivos de trigo y cebada durante el ciclo O-I, 94/95, mientras que para el ciclo P-V 95/95 fue de \$650.00 en maíz y sorgo. Estos ahorros en costos se presentan principalmente en los conceptos de maquinaria e insumos (semilla, agua, herbicidas), así como en los costos financieros.

Figueroa y Morales (1996) realizaron una evaluación económica entre un sistema de labranza tradicional y un sistema de labranza de conservación en el municipio de Valle de Santiago, Gto. El costo total de operación de la mecanización de los cultivos de trigo y sorgo fue de \$1'197,640.00 por ha para el sistema de labranza de conservación y de \$1'643,215.00 por ha para el sistema de labranza tradicional, lo que representa un ahorro de \$445,575.00 por ha.

Un aspecto muy importante en esta comparación económica entre los dos sistemas se refleja en el monto de inversión en maquinaria, donde se nota que con labranza tradicional se tiene una inversión de \$1'832,920.00 mientras que con labranza de conservación la inversión es de \$1'671,800.00; es decir, un ahorro en capital invertido de \$161,120.00.

Los costos totales de operación calculados para la evaluación económica para la labranza tradicional fue de \$608,988.00 y de \$425,618.00 para labranza de conservación, en esta evaluación se incluyen los conceptos de impuestos, almacenamiento, riesgos, reparación, mantenimiento, combustible, insumos y manos de obra (*Arredondo y González*, 1991).

De acuerdo a estos datos, la labranza de conservación se señala como una opción económica mejor que la labranza tradicional. Esto es considerando el mismo rendimiento, aunque se han observado en esta zona rendimientos mayores en labranza de conservación, lo que daría aún más ventajas a este sistema.

Los incrementos en costos de producción debidos a las alzas en combustibles, costo de maquinaria, aumento en las tasas de interés, presionan en la actualidad en forma fuerte a los productores. Estas presiones son quizás más agudas para los productores de bajos

recursos, los cuales cuentan con un capital financiero limitado y con muy poca o nula cantidad de equipo agrícola. La labranza de conservación ofrece ahorros considerables en combustible y maquinaria que se deben considerar al planear cambios en las empresas agrícolas (*Figueroa y Morales, 1996; FIRA, 1998*).

Efecto de la labranza de conservación en la productividad

El incremento en la productividad es un efecto por la mejora de la fertilidad química, que se logra mediante los siguientes mecanismos (*FAO, 1997*):

- Cuando la fertilización es inorgánica, es importante saber la dosis de aplicación económica, la aplicación que corresponde a la producción máxima, la forma y la época oportuna de aplicación.
- Aprovechar el uso de cualquier abono orgánico disponible para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos debido a sus efectos sobre las propiedades físicas y químicas.
- Introducir rotaciones de cultivos para aumentar la productividad de los suelos debido a los efectos benéficos sobre las infestaciones de malezas, la incidencia de enfermedades y plagas y sobre las competencias entre cultivos por la humedad y el nitrógeno. Las rotaciones de cultivos también tienden a rejuvenecer los suelos, especialmente los suelos “cansados”.
- Evitar el desperdicio de nutrimentos, no permitir la quema de los rastrojos, ni la exportación de los nutrimentos fuera de la parcela, con la excepción de aquellos nutrimentos extraídos por las cosechas.
- Aumentar los niveles de materia orgánica, especialmente en los suelos arenosos de baja fertilidad general, por medio de aplicaciones masivas de abonos orgánicos y materiales de cobertura, la siembra de leguminosas, los cultivos de cobertura, los cultivos intercalados, los cultivos de relevo, las rotaciones de cultivos, mayores densidades de población, y aumentos en la fertilidad química para lograr una alta producción de biomasa.

- Intentar la sustitución al máximo del uso de fertilizantes nitrogenados por la siembra de cultivos de leguminosas como cultivos de rotación, cultivos intercalados, cultivos de relevo y cultivos de cobertura.
- Aprovechar los procesos de reciclaje de nutrimentos especialmente en zonas con problemas graves de lixiviación. Introducir cultivos con sistemas de raíces muy profundas que absorben nutrimentos de los horizontes profundos que están normalmente fuera del alcance de las raíces de la mayoría de los cultivos, de este modo los llevan a la superficie en forma de hojas y tallos muertos, para ser utilizados posteriormente por los otros cultivos.
- Superar los problemas de toxicidad debido a altos niveles de aluminio o manganeso por la sustitución de los cultivos/variedades por otros cultivos/variedades más tolerantes, o por la sustitución de los cationes de aluminio y manganeso por calcio o magnesio, por medio de aplicaciones de cal, cal dolomítica o yeso.

En México se han realizado varios ensayos con algunos cultivos, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro (*Figueroa y Morales, 1996*).

Cuadro 5. Rendimiento promedio por cultivo en varios ensayos de labranza en México.

CULTIVO	No. OBS	RENDIMIENTO (KG/HA)		
		LC	LT	LC/LT (%)
Maíz	74	3,183	3,127	108
Frijol	14	433	613	83
Trigo	12	3,904	3,771	101
Soya	7	2,669	2,839	93
Sorgo	7	3,387	3,333	99
Arroz	2	2,904	4,281	67
Avena	3	439	798	60
Cebada	2	2,220	1,639	120

De acuerdo a los promedios mostrados en el cuadro anterior, los cultivos de maíz, trigo, cebada, sorgo y soya, podrían considerarse como cultivos susceptibles de incorporar al sistema de labranza de conservación, no así los cultivos.

Limitantes de la labranza de conservación

Los trabajos de investigación tanto a nivel mundial como nacional, han probado que la *LC* puede aplicarse en la mayoría de las situaciones de producción del país y para casi todos los cultivos comerciales. De acuerdo a *Figueroa y Morales* (1996) hay limitantes al concepto de la *LC* que hacen necesario que en ocasiones el aplicar cierto grado de laboreo al cultivo sea la mejor manera de obtener el beneficio más grande del mismo. Algunos de los problemas o limitantes más importantes son:

La *LC* es muy difícil para un agricultor promedio, ya que requiere de un nuevo aprendizaje de manejo.

La *LC* no funciona en suelos arcillosos o pobremente drenados.

La *LC* puede provocar más problemas con insectos y enfermedades.

La *LC* requiere de un uso más extensivo de agroquímicos.

La *LC* produce rendimientos menores que la labranza convencional (esto ocurre cuando el agricultor no maneja bien el sistema de *LC*).

Cultivos más comunes bajo *LC* en el Bajío.

Maíz

El maíz es uno de los cultivos con un alto requerimiento de agua que responde muy rápidamente a los aumentos en la humedad del suelo asociados a la no labranza. Se adapta especialmente a programas de no labranza en áreas con relieve suave o en laderas con suelos bien drenados. El monocultivo del maíz se puede practicar exitosamente bajo no labranza, pero la mayoría de los productores que utilizan este sistema hacen rotaciones del maíz con otros cultivos. Esto auxilia en el control de malezas, insectos y enfermedades y mejora las condiciones generales del suelo. Es recomendable sembrar el maíz bajo no labranza a una profundidad de 2.5 a 4 cm en las mismas fechas recomendadas para el maíz con labranza convencional. La densidad de siembra se debe aumentar por lo menos un 10 o 20% con respecto a la labranza convencional para sacar ventaja del potencial de rendimiento mayor que se tiene. Se recomienda probar distancia

fecha de siembra con la *labranza tradicional*. Se recomienda utilizar variedades ligeramente más precoces o de madurez similar a las utilizadas en *labranza tradicional*. Se debe sembrar en surcos angostos, de ser posible con distancias entre surcos menores a 40 cm y con densidades de siembra mayores que las usadas convencionalmente para surcos amplios. Se recomienda aumentar la densidad de siembra en un 40 a 80% para evitar el amacollo, que retrasa la cosecha y ocasiona problemas de calidad (Figueroa y Morales, 1996).

Cuadro 7. Rendimientos de sorgo en suelos vertisol con labranza de conservación y labranza tradicional.

Textura	Clima	Rendimiento (Kg/ha)		LC/LT (%)	Fuente
		LC	LT		
Arcilloso	(A)Cx'	2726	2699	101	Salinas, 1989
	(A)Cx'	4627	4091	113	Salinas, 1989
	(A)Cx'	3726	3443	108	Salinas, 1989
	(A)Cx'	3727	2888	129	Salinas, 1989
	(A)C(w ₀)	5400	4400	122	FIRA, 1989

* Modificado de Figueroa y Morales, 1996.

FIRA (1997-b) financió durante el ciclo PV/1996-96 una superficie de siembra de 18,055 hectáreas con sorgo, de las cuales, alrededor del 78% fue de riego por bombeo y el restante 22% lo fue de gravedad, ambas se localizaron en el estado de Guanajuato. El nivel más alto de rentabilidad se obtuvo en el régimen de riego por gravedad con el 99%, con rendimientos promedio del orden de 9.2 ton/ha y el costo de producción por tonelada de \$491 que representa el costo más bajo en ambos sistemas; el grano se comercializó en promedio a \$996.la tonelada. En bombeo la rentabilidad lograda fue del 53% con rendimientos de 7.0 ton/ha, teniendo costos de \$658 por tonelada.

Trigo

En el caso de los cultivos de invierno la no-labranza en monocultivo de trigo no es una opción recomendable ya que hay aumentos en el costo de cultivo, malezas, enfermedades e insectos. Durante los primeros años bajo el sistema de no-labranza los granos pequeños producirán más residuo superficial que otros cultivos. Una vez que tengan condiciones favorables de residuos en la superficie se deben incorporar leguminosas y cultivos de oleaginosas para romper con los ciclos de enfermedades,

insectos y malezas. Se debe tratar de plantar el trigo con no-labranza en invierno un poco más tarde que con la labranza convencional a fin de evitar problemas con enfermedades transmitidas por insectos, tal como el mosaico. Se recomienda sembrar el trigo en surcos angostos (menos de 20 cm) y con una densidad mayor de siembra (20-40%), con la finalidad de tener una mayor competencia para la maleza en la primavera, la profundidad de siembra debe ser entre 2 y 3 cm. El tipo y cantidad de herbicida utilizado en trigos de invierno difiere poco en sistemas de no-labranza en comparación con la labranza convencional si se siguen prácticas adecuadas de rotación, sanidad y competencia (Figuerola y Morales, 1996).

Cuadro 8. Rendimientos de trigo en suelos vertisol con labranza de conservación y labranza tradicional.

Textura	Clima	Rendimiento (Kg/ha)		LC/LT (%)	Fuente
		LC	LT		
Arcilloso	BS ₁	3482	3587	97	Robles, 1987
	BS ₁	5276	4706	112	Robles, 1987
	BS ₁	4066	4047	100	Robles, 1987
	BS ₁	3809	4559	83	Robles, 1987
	BS ₁	5840	5703	102	Robles, 1987
	BS ₁	5508	5070	108	Robles, 1987
	(A)C(w ₀)	6326	4900	129	Guizar, 1987
	(A)C(w ₀)	4600	4440	104	FIRA, 1989

* Modificado de Figuerola y Morales, 1996.

Implicaciones en la forma de riego cuando se usa LC

La gran mayoría de los productores que utilizan una u otra forma de labranza de conservación, no modifica el método y/o tipo de riego que aplican, por el simple hecho de modificar el sistema de labranza.

El riego en parcelas con labranza de conservación se aplica de la misma manera que se aplicaba en las parcelas con labranza convencional. El método de riego usado para el cultivo de trigo/cebada, es por inundación utilizando melgas. Posteriormente, en las parcelas donde se emplea la labranza de conservación, dichas melgas son usadas para el cultivo de sorgo; en algunos casos, sólo se reaviva la melga ligeramente para facilitar el flujo del agua.

El agricultor, generalmente no ve diferencia alguna en la forma de utilizar el recurso agua en una u otra forma de labranza (convencional o de conservación), ni tampoco

observa ahorro alguno de agua al utilizar la labranza de conservación; el efecto que perciben mejor, es la posibilidad de retrasar un poco más la fecha de los riegos, ya que con ayuda del mantillo la humedad en el suelo perdura por mayor tiempo, permitiéndole al cultivo mejores posibilidades de soportar la sequía.

VII MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo propuesto consta de las etapas siguientes:

IDENTIFICACIÓN DE AGRICULTORES INVOLUCRADOS EN DISTINTOS GRADOS EN EL DESARROLLO Y DIFUSIÓN DE LA SIEMBRA DIRECTA EN EL BAJÍO.

Se trabajó con agricultores con distintos grados de conocimiento y adopción de las diferentes técnicas de la *LC* (labranza cero, labranza reducida, labranza alternada, labranza tradicional como testigo). Los agricultores fueron seleccionados en base a listas y contactos proporcionadas por técnicos de FIRA, Monsanto, INIFAP, y los mismos productores. Se ubicaron parcelas en los municipios de Cortazar, Villagrán, Salamanca, Irapuato, Valle de Santiago y Pénjamo.

MONITOREO AGRONÓMICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON *LC* EN PARCELAS DE AGRICULTORES.

Se realizó el seguimiento agronómico cuantitativo de parcelas de productores bajo *LC* y *LT* (Labranza tradicional o convencional) desde la siembra hasta la cosecha.

El esquema de monitoreo en parcelas de agricultores se estableció en parcelas bajo varias modalidades de preparación del suelo: labranza convencional, labranza reducida, labranza cero, con el fin de cuantificar algunos aspectos claves relacionados con el uso e impacto de la *LC* (productividad, manejo de residuos y de malezas, presencia de plagas y enfermedades, etc.).

Se seleccionaron para su monitoreo un total de 18 parcelas en varios municipios del área del Bajío, de las cuales 14 son de sorgo y 4 de maíz.

Para este trabajo solo se incluyeron las parcelas de sorgo, ya que el número de parcelas de maíz es muy reducido y por tal motivo no proporciona datos relevantes a la investigación.

Se trató de ubicar pares de parcelas (parcela de LC – parcela testigo con LT) en la misma población o cercanas entre sí, tratando de controlar algunas variables ambientales como el tipo de suelo, el origen del agua de riego (Gravedad-Bombeo), la forma de riego, la presencia de malezas y plagas, etc., con la finalidad de reducir en cierto grado la variabilidad entre las parcelas elegidas por efecto de las condiciones ambientales.

Por la escasa existencia de parcelas con labranza de conservación, no fue posible ubicar los pares de parcelas de manera contigua (ver Cuadro 9); por tal motivo, las parcelas elegidas se encuentran dispersas y la variabilidad entre ellas es muy alta, debido principalmente a los diferentes manejos, en cada parcela, así como la disposición de los residuos de cosecha y el porcentaje de cobertura de dicho residuo en cada parcela.

Cuadro 9. Datos de las parcelas con cultivo de sorgo que fueron monitoreadas.

Nº	Nombre	Ubicación		Sup. (ha)	¹ Tipo de parcela	Cultivo actual
		Localidad	Municipio		² OI/PV	
1	Adrián Vázquez D.	Caja de San Joaquín	Villagrán	4.80	0L-0L	Sorgo
2	Gregorio Razo	Hacienda Vieja	Salamanca	6.50	0L-0L	Sorgo
3	Jaime Rojo (1)	El Corral “La Manga”	Pénjamo	20.00	0L-0L	Sorgo
4	Rubén Sandoval Z.	N.C.P. “Emiliano Zapata”	Irapuato	3.50	B-0L	Sorgo
5	Santiago Enríquez (2)	Mezquite de Luna	Pénjamo	10.50	B-0L	Sorgo
6	Antonio Zavala R.	N.C.P. “Emiliano Zapata”	Irapuato	3.97	B-LR	Sorgo
7	Benito García M.	Hacienda Vieja	Salamanca	3.00	B-LR	Sorgo
8	Francisco Frías J.	Las Galeras	Cortazar	2.00	B-LR	Sorgo
9	Jesús Alvarado S.	San Isidro del Pitahayo	Valle	4.50	B-LR	Sorgo
10	Juan Martínez	Maravillas	Pénjamo	25.00	B-LR	Sorgo
11	Santiago Enríquez (1)	Mezquite de Luna	Pénjamo	5.00	LR-0L	Sorgo
12	J. Susano Valerio	San Isidro del Pitahayo	Valle	3.00	LR-LR	Sorgo
13	Jaime Rojo (2)	El Corral “La Manga”	Pénjamo	12.00	LR-LR	Sorgo
14	Raúl Muñiz Lerma	Corralejo	Villagrán	2.70	LR-LR	Sorgo

¹Tipo de parcelas: B – barbecho, 0L – cero labranza, LR – labranza reducida

²Ciclo de cultivo: PV – primavera-verano, OI – otoño-invierno

Debido a que los datos en las parcelas 10 y 11 fueron incompletos, el número de parcelas se redujo a 12.

Dentro de las parcelas elegidas se ubicaron de 3 a 6 subparcelas (cuyo número dependió del tamaño de la parcela), las dimensiones de las subparcelas fue de 10.0 m (paralelo a la

dirección de los surcos) x 10 surcos, dejando aproximadamente 10 m de separación entre el límite de la parcela y el límite de las subparcelas. Cada subparcela fue marcada con estacas y localizada con geoposicionador para permitir encontrarla fácilmente en las visitas posteriores. La toma de datos se realizó en los surcos 4, 5 y 6 en los 5 metros centrales (ver figura 11). Esto con la finalidad de realizar las mediciones en el mismo sitio y no tener datos diferentes en cada muestreo.

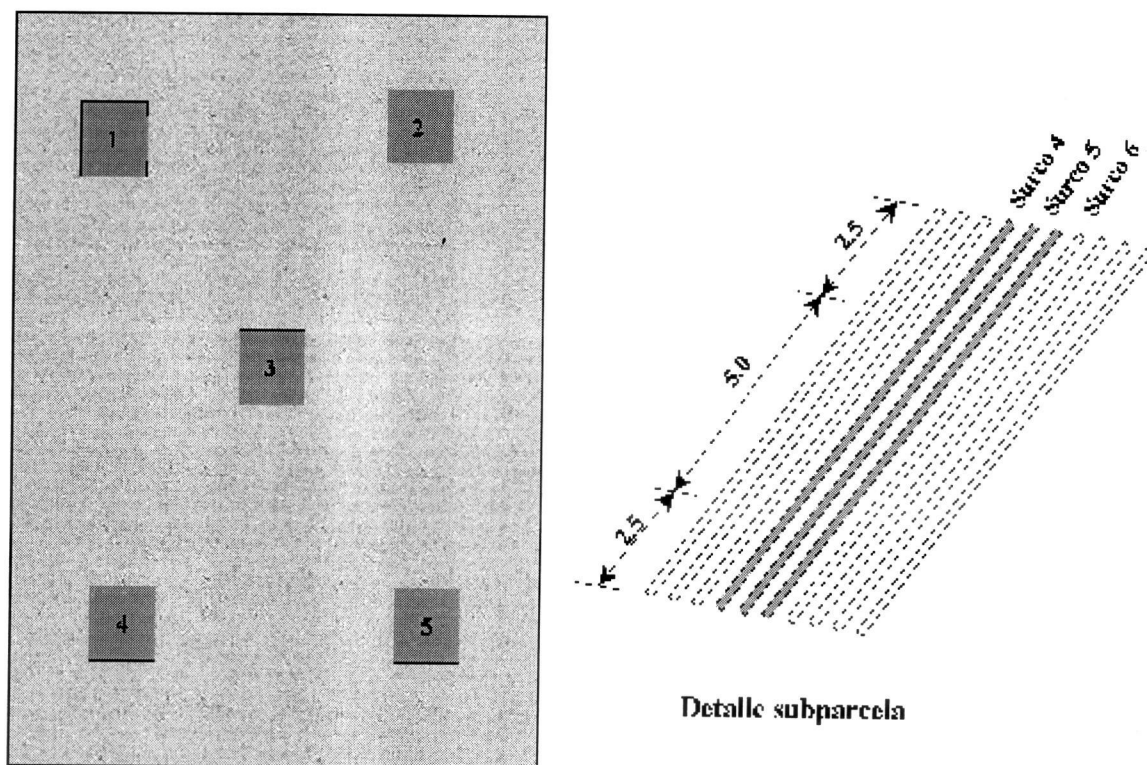


Figura 11. Ubicación de las subparcelas en el área de siembra.

Para las mediciones agronómicas se tomaron observaciones en momentos claves de los ciclos de los principales cultivos de cereales en PV (maíz y sorgo), con el fin de poder identificar y jerarquizar los determinantes de la elaboración del rendimiento, los cuales incluyen aspectos de manejo, condiciones ambientales, así como características del desarrollo y crecimiento del cultivo.

Los tiempos críticos que se incluyen en el presente trabajo de investigación son preparación del suelo, siembra, la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo, floración y

cosecha. Por motivos de tiempo, no fue posible estar presentes durante las etapas de preparación del suelo y siembra, por lo que los datos obtenidos corresponden únicamente a la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo, floración y cosecha.

Todas las mediciones se realizaron en los cinco metros centrales de los surcos 4, 5 y 6 de cada subparcela. Estas mediciones se hicieron de acuerdo a las etapas establecidas en el Cuadro 10, usando los formatos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (ver anexo II), las variables a considerar son:

- a) No. de hojas: se cuantificó el número de hojas presentes en la planta, se toman 10 lecturas y se saca el promedio;
- b) Altura de plantas: se toman diez alturas de plantas al azar y posteriormente se sacan los promedios;
- c) Población emergente: cuantificación de plantas emergidas a la fecha de medición, no se cuantifican los macollos;
- d) Ancho de surco: se toma la medida de 7 surcos de cresta a cresta y se divide en 6 para obtener el ancho promedio de un surco, se toman dos lecturas por subparcela;
- e) Deficiencia de nutrientes (%): se midió de manera visual el porcentaje de plantas con problemas de nutrientes, así como los signos presentes;
- f) Presencia de plagas y/o enfermedades: se midió de manera visual el porcentaje de plantas con problemas de plagas o enfermedades, así como los nombres de dichas plagas o enfermedades;
- g) Presencia de malezas (%): medición visual del porcentaje del suelo cubierto por maleza, así como el nombre de las principales malezas observadas y la altura promedio de las mismas (se toman 5-10 lecturas);
- h) Porcentaje de cobertura del residuo: medición visual del porcentaje de suelo cubierto por residuo de cultivo;
- i) Humedad del suelo: se mide con una regla la profundidad a la cual se encuentra el suelo húmedo;

Para el muestreo de cosecha, se tomaron de manera adicional las siguientes variables, utilizando el formato 6 (ver anexo II):

- j) Acame (%): se midió de manera visual el porcentaje de acame en cada subparcela;
- k) Peso de panojas: es el peso de todas las panojas cosechadas en los tres surcos, de cada subparcela;
- l) No. de panojas: se cuantificó el número de panojas cosechadas en los cinco metros centrales de los surcos 4,5 y 6 de cada subparcela;

Una vez hecha esta medición, se toma una muestra al azar de 6 panojas por subparcela (aproximadamente 30 panojas por parcela, dependiendo del número de subparcelas ubicadas), a partir de las cuales se procederá a realizar los siguientes cálculos:

- m) Porcentaje de desgrane: se pesa la muestra en forma precisa (precisión de ± 50 g) y se procede a desgranarlas; se pesa el grano cuidando de descontar el peso de las taras. El porcentaje de desgrane se calcula con la fórmula

$$\text{peso de grano} / \text{peso total de las 30 panojas}$$

- n) Porcentaje de humedad: de la muestra desgranada se sacan al azar dos muestras de 500 granos de sorgo, se determina el peso de cada muestra y se secan en un horno a 60°C durante dos días, pesando nuevamente cada muestra. El porcentaje de humedad se calcula con la fórmula

$$\text{peso seco} / \text{peso húmedo}$$

Cuadro 10. Organización del muestreo de parcelas en la zona de riego del Bajío.

Tipo de medición	Etapas de medición				
	Prep. Suelo	Siembra	45 dds	Floración	Cosecha
Registro de prácticas	(A medida que se van dando)				
Desarrollo del cultivo		X	X	X	X
Plagas y enfermedades		X	X	X	X
Malezas	X	X	X	X	X
Cobertura de residuos	X	X	X	X	X
Humedad del suelo	X	X	X	X	X

Fuente: Proyecto CIRAD-CIMMYT, 2000

EVALUACIÓN DEL USO DEL AGUA DE RIEGO EN PARCELAS CON LC.

Esta evaluación se realizó mediante la aplicación de una encuesta sobre el manejo del agua en la parcela del productor. Dicha encuesta se divide en varias secciones, que corresponden a: 1) infraestructura de riego, 2) criterios generales para manejo del riego, 3) manejo del riego en la parcela, 4) costos, 5) evolución histórica y 6) perspectivas. (véase Anexo II)

La encuesta se aplicó a productores que emplean agua superficial y/o agua de bombeo para aplicar los riegos en sus parcelas, con el propósito de observar la influencia del uso de los distintos tipos de labranza en el aprovechamiento del recurso agua, y poder elaborar un análisis económico del aspecto de riego en parcelas con diferentes sistemas de riego y preparación de suelo. Los productores a los que se les aplicó esta encuesta no son necesariamente los mismos de las parcelas de seguimiento agronómico.

Cuadro 11. Datos de los productores a quienes se les aplicó la encuesta de riego.

Nº	Nombre	Ubicación		Sup. (ha)	¹ Tipo de parcela OI/PV	² Cultivo OI/PV	³ Tipo de riego	
		Localidad	Municipio				OI	PV
1	*Adrián Vázquez D.	Caja de San Joaquín	Villagrán	4.80	0L-0L	T - S	G	G
2	*Gregorio Razo V.	Hacienda Vieja	Salamanca	6.40	0L-0L	T - S	G	G
3	Andrés Gervasio V.	S. Isidro del Pitahayo	Valle	3.00	B-LR	T - S	G	G
4	Francisco Gervasio P.	S. Isidro del Pitahayo	Valle	4.89	B-LR	T - S	G	G
5	José Amezcuita V.	S. Isidro del Pitahayo	Valle	1.47	B-LR	T - S	G	G
6	José Jesús Alvarado	S. Isidro del Pitahayo	Valle	3.65	B-LR	T - S	G	G
7	Antonio Arriaga	Las Galeras	Cortazar	2.00	0L-0L	T - S	B	B
8	*Rubén Sandoval Z.	Emiliano Zapata	Irapuato	3.50	B-0L	T - S	B	B
9	Adrián Vázquez D.	Caja de San Joaquín	Villagrán	5.00	B-LR	T - S	B	B
10	*Antonio Zavala R.	Emiliano Zapata	Irapuato	3.97	B-LR	T - S	B	B
11	*Francisco Frías J.	Las Galeras	Cortazar	2.00	B-LR	T - S	B	B
12	Francisco Nieto	Emiliano Zapata	Irapuato	4.48	B-LR	T - S	B	B
13	Mercedes Gervasio P.	S. Isidro del Pitahayo	Valle	3.83	B-LR	T - S	B	B
14	Macedonio Vazquez V.	S. Isidro del Pitahayo	Valle	4.48	B-LR	T - S	B	B
15	Matías Fuentes G.	S. Isidro del Pitahayo	Valle	3.27	B-LR	C - S	B	B
16	Raúl Fuentes Vélez	S. Isidro del Pitahayo	Valle	4.52	B-LR	C - S	B	B
17	Salvador Gervasio M.	S. Isidro del Pitahayo	Valle	4.67	B-LR	T - S	B	B
18	*J. Susano Valerio	S. Isidro del Pitahayo	Valle	3.00	LR-LR	C - S	G/B	G
19	Miguel A. Razo V.	Hacienda Vieja	Salamanca	4.50	LR-LR	A - A	G/B	G/B

¹Tipo de parcela: 0L – cero labranza, B – barbecho, LR – labranza reducida

²Cultivo: T – trigo, S – sorgo, C – cebada, A – alfalfa

³Riego: G – gravedad, B – bombeo

*Productores cuyas parcelas también fueron utilizadas en monitoreo agronómico

ANÁLISIS DE DATOS

Seguimiento agronómico

Inicialmente se hizo una clasificación de parcelas, de acuerdo al sistema de labranza empleado para los ciclos de cultivo OI y PV, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 12. Clasificación de las parcelas monitoreadas

Ciclo de cultivo		Tipo de parcela	No. de parcelas
OI	PV		
B	LR	Parcela Testigo	4
B	OL		2
LR	LR		3
OL	OL		3

Debido al reducido número de parcelas en cada una de las categorías, se optó por clasificar las parcelas tomando en consideración sólo el ciclo de cultivo PV, por lo que únicamente se manejaron dos grupos: parcelas en L0 y parcelas con LR, con 5 y 7 miembros respectivamente.

Para el análisis de la información obtenida en el monitoreo agronómico se empleó el software SPSS statistics; dicho análisis estadístico se realizó mediante regresión múltiple y pruebas de separación de medias, tomando como variable dependiente el rendimiento de grano en función de las variables ambientales y de manejo, tratando de establecer relaciones entre los componentes de los sistemas de labranza y las características ambientales o las prácticas de manejo.

Los resultados del análisis estadístico se muestran en el cuadro 14. Para cada grupo de parcelas se aplicaron los mismos análisis estadísticos, cuyos resultados se muestran en los cuadros 15 y 16.

Encuestas de riego

La información obtenida de las encuestas de uso del agua de riego, en parcelas con diferentes sistemas de riego (gravedad-bombeo) y tipos de labranza, fue básicamente cualitativa, no se hicieron mediciones físicas que respaldaran el uso de otro tipo de

análisis estadístico, por lo que se calcularon promedios y frecuencias. Los resultados se presentan en forma de gráficas.

VIII RESULTADOS

MONITOREO AGRONÓMICO

El monitoreo agronómico se llevó a cabo a lo largo del ciclo productivo del cultivo de sorgo, acumulando información sobre prácticas de manejo, desarrollo del cultivo, plagas y enfermedades, malezas, etc. Dicha información se concentra en los siguientes cuadros:

Cuadro 13. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas.

Nº	Nombre	Tipo de Parcela	Cosecha OI		¹ Manejo de residuos	CICLO PV Cultivo: SORGO				Cobertura de residuo (%)
		OI/PV	Cultivo	Fecha		² Prep. de suelo	SIEMBRA			
							Fecha	Equipo	Origen	
Parcelas de 0L										
1	Adrián Vázquez Delgadillo	0L-0L	Trigo	12/05/00	C		26-05-00	Semb. 0L	Propia	66
2	Gregorio Razo	0L-0L	Trigo	15/05/00	E(60%), C(40%),		24-05-00	Semb. 0L	Rentada	100
3	Jaime Rojo (1)	0L-0L	Trigo	08/05/00	Q, C(10%)		29-05-00	Semb. 0L	Propia	7
4	Rubén Sandoval Zavala	B-0L	Trigo	12/05/00	Q(95%), C(5%)		20-05-00	Semb. 0L	Sociedad	12
5	Santiago Enríquez (2)	B-0L	Trigo		Q(80%), C(20%)		25-05-00	Semb. 0L	Propia	2
Promedio parcial										38
Desviación estándar										43
Coef. de variación										1.15

Cuadro 13a. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas (cont.).

Nº	Nombre	Tipo de Parcela	Cosecha OI		¹ Manejo de residuos	CICLO PV Cultivo: SORGO				Cobertura de residuo (%)
		OI/PV	Cultivo	Fecha		² Prep. de suelo	SIEMBRA			
							Fecha	Equipo	Origen	
Parcelas de LR										
6	Antonio Zavala Rentería	B-LR	Trigo	01/05/00	E(20%), Q(70%), C(10%)	Su	25-05-00	Semb. 0L	Sociedad	--
7	Benito García Miranda	B-LR	Trigo	08/05/00	E(85%), C(15%)		27-05-00	Semb. 0L	Rentada	--
8	Francisco Frías Jaral	B-LR	Trigo	09/05/00	E(65%), I(35%)		02-06-00	Semb. Trad.	Rentada	--
9	Jesús Alvarado Servín	B-LR	Cebada	20/04/00	E(90%), I(10%)		20-05-00	Semb. 0L	Sociedad	--
10	J. Susano Valerio	LR-LR	Cebada	26/04/00	Q(60%), C(40%)		08-05-00	Semb. 0L	Sociedad	30
11	Jaime Rojo (2)	LR-LR	Trigo	08/05/00	Q, C(10%)	2R	29-05-00	Semb. 0L	Propia	15
12	Raúl Muníz Lerma	LR-LR	Trigo	13/12/99	Q(70%), C(30%)	Su	22-05-00	Semb. 0L	Rentada	9
Promedio parcial										8
Desviación estándar										11
Coef. de variación										1.48
Promedio TOTAL										20
Desviación estándar										31
Coef. de variación										1.56

¹Manejo de residuos: E: empaque, Q: quema, I: incorporación, C: cobertura

²Preparación de suelo: Su: surcado, R: rastras

¹Manejo de residuos: E: empaque, Q: quema, I: incorporación, C: cobertura

²Preparación de suelo: Su: surcado, R: rastras

Cuadro 13b. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas (cont.).

N°	NOMBRE	TIPO DE PARCELA	SEMILLA		DOSIS TOTAL DE FERTILIZACION (Kg/Ha)			
		OI/PV	Variedad	Dosis de siembra (Kg/Ha)	N° de aplicaciones	N	P	K
Parcelas de 0L								
1	Adrián Vázquez Delgadillo	0L-0L	Dekalb D-65	16	1	63	161	--
2	Gregorio Razo	0L-0L	Ambar, Pioneer 85-G47, Cargill	20	3	228	46	--
3	Jaime Rojo (1)	0L-0L	Pioneer 85-G47	14	3	238	24	24
4	Rubén Sandoval Zavala	B-0L	Dekalb D-65	14	2	200	46	--
5	Santiago Enríquez (2)	B-0L	Dekalb D-65, Pioneer 8443	20	2	305	92	--
Promedio parcial				17	2	207	74	5
Desviación estándar				3	1	89	55	11
Coef. de variación				0.18	0.5	0.43	0.74	2.24
Parcelas de LR								
6	Antonio Zavala Rentería	B-LR	Pacueco	20	2	227	80	34
7	Benito García Miranda	B-LR	Diamante	19	3	334	80	40
8	Francisco Frías Jaral	B-LR	Dekalb D-65	22	2	192	138	--
9	Jesús Alvarado Servín	B-LR	Pioneer 85-G47	18	2	322	69	--
10	J. Susano Valerio	LR-LR	Pioneer 8443	15	2	325	72	60
11	Jaime Rojo (2)	LR-LR	Pioneer 85-G47	14	3	238	24	24
12	Raúl Muníz Lerma	LR-LR	Mercurio	22	3	219	207	--
Promedio parcial				19	2	265	96	23
Desviación estándar				3	1	60	59	24
Coef. de variación				0.17	0.5	0.24	0.62	1.05
Promedio TOTAL				18	2	241	87	15
Desviación estándar				3	1	76	56	21
Coef. de variación				0.17	0.5	0.31	0.65	1.37

Cuadro 13c. Datos agronómicos y de manejo de las parcelas monitoreadas (cont.).

Nº	NOMBRE	TIPO DE PARCELA	PLAGAS		MALEZAS				Nº DE RIEGOS	Densidad de plantas (Miles de Pla./ha)	RENDIM. Prom. (Ton/ha)
		OI/PV	Nº de controles	Presencia (%)	Controles			Presencia (%)			
					Quím.	Mec.	Man.				
Parcelas de 0L											
1	Adrián Vázquez Delgadillo	0L-0L	-	2	1	-	-	14	3	84	8.3
2	Gregorio Razo	0L-0L	-	1	1	-	2	2	3	96	10.7
3	Jaime Rojo (1)	0L-0L	1	2	3	-	-	10	3	88	12.2
4	Rubén Sandoval Zavala	B-0L	3	15	3	-	-	31	2	108	9.6
5	Santiago Enríquez (2)	B-0L	1	1	1	-	1	3	3	106	11.1
Promedio parcial			1	4	2	-	1	12	3	97	10.4
Desviación estándar			1	6	1	-	1	12	0	10	1.5
Coef. de variación			0.22	1.39	0.61	-	0.61	0.96	0.16	0.11	0.14
Parcelas de LR											
6	Antonio Zavala Rentería	B-LR	-	2	-	3	1	9	3	95	9.2
7	Benito García Miranda	B-LR	-	2	-	1	-	6	3	103	10.6
8	Francisco Frías Jaral	B-LR	-	1	-	1	-	1	3	111	10.8
9	Jesús Alvarado Servín	B-LR	-	8	-	-	1	3	3	107	10.5
10	J. Susano Valerio	LR-LR	-	19	2	1	-	5	3	113	10.9
11	Jaime Rojo (2)	LR-LR	1	1	3	-	-	13	3	65	9.6
12	Raúl Muníz Lerma	LR-LR	-	6	2	-	-	69	2	59	6.2
Promedio parcial			0	5	1	1	0	15	3	93	9.7
Desviación estándar			0	6	1	1	0	24	0	22	1.7
Coef. de variación			2.65	1.18	1.29	1.25	1.71	1.58	0.13	0.24	0.17
Promedio TOTAL											
Desviación estándar			1	5	1	1	0	14	3	95	10
Coef. de variación			1	6	1	1	1	19	0	18	1.6
			1.81	1.21	0.92	1.81	1.6	1.37	0.14	0.19	0.16

Un alto porcentaje de los residuos de los cultivos de OI es destruido mediante quemas, que aún se practican de manera importante en algunas áreas del Bajío para deshacerse del residuo. Esta práctica se realiza porque el residuo de trigo es pobre en nutrientes como forraje, y los productores no han encontrado un uso redituable para dicho residuo.

Las parcelas 7, 8, 9 y 10, no realizaron prácticas de preparación del suelo, pero realizaron controles mecánicos de malezas, por lo que se clasificaron como parcelas de LR.

En lo referente a la fecha de siembra, no se observó diferencia alguna, pues en ambos tipos de parcelas las fechas coinciden con la última semana de mayo, fecha recomendada para un adecuado desarrollo del cultivo.

El porcentaje de cobertura presente tanto en las parcelas de OL como LR, presenta un coeficiente de variación muy alto, debido a que los valores tienden a concentrarse en los extremos. Esto se puede observar en el bajo porcentaje de parcelas que conservan residuo suficiente para proteger un área de suelo $>30\%$, que corresponde a un 25% del total de las parcelas. La mayoría de las parcelas conservan una cantidad mínima de residuo, por lo que no se puede calificar a estas parcelas como parcelas de LC.

La dosis de siembra promedio es muy similar tanto en parcelas de OL como en LR, lo que se comprueba con el bajo coeficiente de variación (CV) que presenta, lo que indica que los valores de esta variable tienden a concentrarse hacia su media. En el caso de la parcela 2, el productor aplicó una dosis de 20 kg de semilla/ha porque sembró a 3 hilos; y en la parcela 12, el productor, tuvo problemas de infestación de malezas desde la siembra, primero con rebrote de alfalfa y posteriormente con zacate, por lo que decidió sembrar con una dosis mayor de semilla para asegurar su cultivo.

La fertilización en ambos tipos de parcelas se hace generalmente en dos aplicaciones, para lo cual el INIFAP ha recomendado una fórmula de (220-40-00) para el cultivo de sorgo en la zona del Bajío. En lo referente al N, en las parcelas de OL se calculó una dosis promedio menor a la recomendada, lo que se debe básicamente al valor de la parcela 1, que equivale a aproximadamente al 29% de la dosis recomendada, lo que se comprueba con el alto CV que presenta. Se presenta la misma situación para el caso del P y K en las parcelas de OL. En las parcelas de LR, las dosis promedio de N, P y K son

mayores a las recomendadas. Las fórmulas de fertilización aplicadas por los productores, no se basan en análisis de suelo, que reflejan las necesidades de cada tipo de parcela, sino a las consideraciones de cada productor y/o recomendaciones de los distribuidores de agroquímicos de cada zona.

El problema de plagas, al parecer no es muy importante aún, ya que se observó poca presencia de plagas, y son pocos los productores que aplican plaguicidas, principalmente para controlar la chinche café.

El control de malezas en parcelas de 0L se realiza básicamente de forma química, ya que no se permite remover el suelo en este sistema de labranza, y algunos productores complementan esta práctica con control manual.

Por el contrario, en parcelas de LR, el control de malezas tiene las opciones de manejarse de forma química, mecánica y/o manual.

En cuanto a la presencia de malezas, en parcelas de 0L se obtuvo un promedio menor al de las parcelas de LR, aunque en ambos tipos de parcelas se tiene un CV muy alto ya que los valores tienden a concentrarse en los extremos; sin embargo, en LR la mayoría de las parcelas presentó un bajo porcentaje de malezas, pero el dato de la parcela 12 influyó para que se incrementara el promedio y el CV.

En lo referente al número de riegos, no se observó diferencia alguna entre tipos de parcelas, pues en ambos tipos se aplicaron en promedio 3 riegos; en el caso específico de la parcela 4, el productor ahorra un riego de auxilio, gracias al efecto de la cobertura de residuo que preservó la humedad residual por mayor tiempo; el productor de la parcela 12, no aplicó riego de siembra porque se presentaron las lluvias.

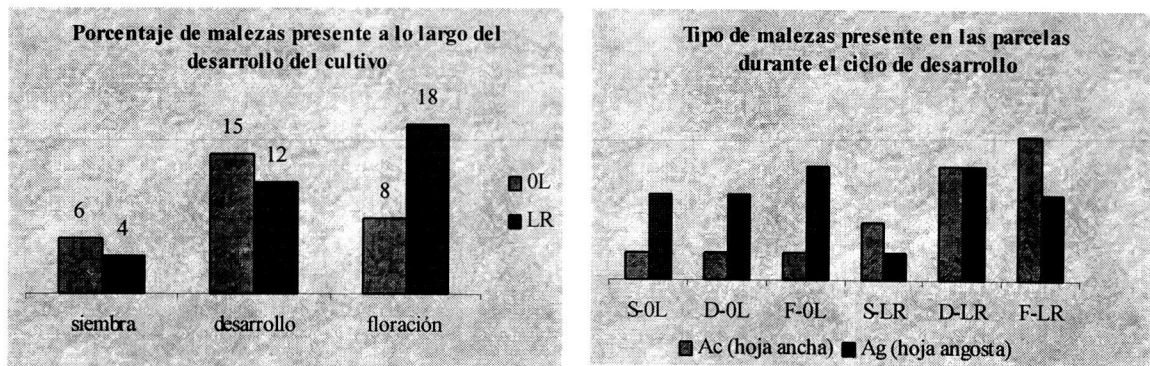


Figura 12. Porcentaje y tipo de malezas presentes durante el desarrollo del cultivo de sorgo.

En parcelas de 0L, el % de malezas llega a un punto máximo durante el desarrollo del cultivo, que al cerrar el follaje sombrea las malezas, reduciendo así su presencia en la parcela. El mismo efecto debió presentarse en parcelas de LR, pero el problema de malezas que se presentó en la parcela 12 ocasionó que la gráfica se incrementara en el período de floración.

El tipo de malezas predominantes tanto en parcelas de 0L como LR a lo largo del ciclo productivo, fueron las especies de hoja angosta, principalmente zacates, lo que coincide con Buhler (1998), que los zacates perennes constituyen el principal problema de malezas en sistemas de labranza de conservación. En parcelas de LR, también hubo cierto problema con las malezas de hoja ancha, lo que se debió probablemente a la remoción de suelo, provocando el movimiento vertical de semillas de este tipo de malezas.

La densidad de plantas por ha en parcelas de 0L presentó aproximadamente 4% más plantas /ha con respecto a las de LR, lo que se refleja en un incremento de cerca de 7% en el rendimiento registrado en parcelas de 0L respecto al rendimiento de las parcelas de LR.

Cuadro 14. Correlación entre variables de manejo en el cultivo de sorgo.

		cobertura residuo cult. Ant. (%)	dosis de siembra (kg/ha)	dosis total de N (kg/ha)	dosis total de P (kg/ha)	dosis total de K (kg/ha)	presencia de plagas (%)	presencia de malezas (%)	densidad de plantas (pl/ha)	rendim. prom (Kg/ha)
cobertura residuo cult. Ant. (%)	Correlación de Pearson	1.000	-0.067	-0.425	-0.016	-0.185	-0.050	-0.120	-0.091	-0.061
	Significancia (1-cola)		0.418	0.084	0.480	0.283	0.439	0.355	0.389	0.426
dosis de siembra (kg/ha)	Correlación de Pearson		1.000	0.059	0.608	-0.340	-0.454	0.129	0.011	-0.279
	Significancia (1-cola)			0.428	0.018	0.140	0.069	0.344	0.486	0.190
dosis total de N (kg/ha)	Correlación de Pearson			1.000	-0.400	0.472	0.225	-0.258	0.364	0.456
	Significancia (1-cola)				0.099	0.061	0.241	0.209	0.122	0.068
dosis total de P (kg/ha)	Correlación de Pearson				1.000	-0.341	-0.122	0.542	-0.285	-0.712
	Significancia (1-cola)					0.139	0.353	0.034	0.185	0.005
dosis total de K (kg/ha)	Correlación de Pearson					1.000	0.316	-0.253	0.143	0.277
	Significancia (1-cola)						0.159	0.213	0.329	0.192
presencia de plagas (%)	Correlación de Pearson						1.000	0.209	0.344	-0.024
	Significancia (1-cola)							0.258	0.137	0.470
presencia de malezas (%)	Correlación de Pearson							1.000	-0.642	-0.813
	Significancia (1-cola)								0.012	0.001
densidad de plantas (pl/ha)	Correlación de Pearson								1.000	0.656
	Significancia (1-cola)									0.010
rendim. prom (Kg/ha)	Correlación de Pearson									1.000
	Significancia (1-cola)									
Correlación significativa en el nivel 0.01 (1-cola)										
Correlación significativa en el nivel 0.05 (1-cola)										
Correlación significativa en el nivel 0.10 (1-cola)										

*Al realizar la regresión múltiple, se tomó como variable dependiente al RENDIMIENTO y como variables independientes a DENSIDAD DE PLANTAS, DOSIS DE SIEMBRA, PORCENTAJE DE COBERTURA DEL RESIDUO, DOSIS TOTAL DE N, P y K, PRESENCIA DE PLAGAS Y PRESENCIA DE MALEZAS. Obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 15. Correlación entre variables de manejo en parcelas de 0L con cultivo de sorgo.

		cobertura residuo cult. Ant. (%)	dosis de siembra (kg/ha)	dosis total de N (kg/ha)	dosis total de P (kg/ha)	dosis total de K (kg/ha)	presencia de plagas (%)	presencia de malezas (%)	densidad de plantas (pl/ha)	rendim. prom (Kg/ha)
cobertura residuo cult. Ant. (%)	Correlación de Pearson	1.000	0.418	-0.453	0.244	-0.391	-0.342	-0.343	-0.397	-0.389
	Significancia (1-cola)		0.242	0.222	0.346	0.257	0.286	0.286	0.254	0.259
dosis de siembra (kg/ha)	Correlación de Pearson		1.000	0.396	0.176	-0.516	-0.612	-0.772	0.221	0.111
	Significancia (1-cola)			0.254	0.389	0.187	0.136	0.063	0.360	0.430
dosis total de N (kg/ha)	Correlación de Pearson			1.000	-0.652	0.197	-0.120	-0.365	0.607	0.828
	Significancia (1-cola)				0.117	0.375	0.424	0.273	0.139	0.042
dosis total de P (kg/ha)	Correlación de Pearson				1.000	-0.509	-0.261	-0.059	-0.347	-0.761
	Significancia (1-cola)					0.190	0.336	0.462	0.283	0.068
dosis total de K (kg/ha)	Correlación de Pearson					1.000	-0.178	-0.094	-0.451	0.683
	Significancia (1-cola)						0.387	0.440	0.223	0.102
presencia de plagas (%)	Correlación de Pearson						1.000	0.949	0.543	-0.306
	Significancia (1-cola)							0.007	0.172	0.308
presencia de malezas (%)	Correlación de Pearson							1.000	0.294	-0.448
	Significancia (1-cola)								0.315	0.224
densidad de plantas (pl/ha)	Correlación de Pearson								1.000	0.116
	Significancia (1-cola)									0.426
rendim. prom (Kg/ha)	Correlación de Pearson									1.000
	Significancia (1-cola)									
Correlación significativa en el nivel 0.01 (1-cola)										
Correlación significativa en el nivel 0.05 (1-cola)										
Correlación significativa en el nivel 0.10 (1-cola)										

Cuadro 16. Correlación entre variables de manejo en parcelas de LR con cultivo de sorgo.

		cobertura residuo cult. Ant. (%)	dosis de siembra (kg/ha)	dosis total de N (kg/ha)	dosis total de P (kg/ha)	dosis total de K (kg/ha)	presencia de plagas (%)	presencia de malezas (%)	densidad de plantas (pl/ha)	rendim. prom (Kg/ha)
cobertura residuo cult. Ant. (%)	Correlación de Pearson	1.000	-0.646	0.234	-0.177	0.578	0.784	0.103	-0.086	0.034
	Significancia (1-cola)		0.059	0.306	0.352	0.087	0.018	0.413	0.427	0.471
dosis de siembra (kg/ha)	Correlación de Pearson		1.000	-0.510	0.829	-0.587	-0.429	0.391	-0.010	-0.419
	Significancia (1-cola)			0.121	0.011	0.083	0.169	0.193	0.492	0.175
dosis total de N (kg/ha)	Correlación de Pearson			1.000	-0.459	0.516	0.544	-0.365	0.463	0.473
	Significancia (1-cola)				0.150	0.118	0.103	0.210	0.148	0.142
dosis total de P (kg/ha)	Correlación de Pearson				1.000	-0.511	-0.069	0.742	-0.263	-0.663
	Significancia (1-cola)					0.120	0.442	0.028	0.284	0.052
dosis total de K (kg/ha)	Correlación de Pearson					1.000	0.480	-0.359	0.304	0.395
	Significancia (1-cola)						0.138	0.215	0.254	0.190
presencia de plagas (%)	Correlación de Pearson						1.000	-0.020	0.318	0.168
	Significancia (1-cola)							0.483	0.243	0.359
presencia de malezas (%)	Correlación de Pearson							1.000	-0.783	-0.961
	Significancia (1-cola)								0.019	0.000
densidad de plantas (pl/ha)	Correlación de Pearson								1.000	0.836
	Significancia (1-cola)									0.010
rendim. prom (Kg/ha)	Correlación de Pearson									1.000
	Significancia (1-cola)									
Correlación significativa en el nivel 0.01 (1-cola)										
Correlación significativa en el nivel 0.05 (1-cola)										
Correlación significativa en el nivel 0.10 (1-cola)										

Los únicos factores que mostraron un efecto significativo en el rendimiento del cultivo fueron dosis de N, presencia de malezas, densidad de plantas y dosis de P (ver cuadro 14).

La dosis de N mostró un efecto significativo en el rendimiento, ya que este es uno de los nutrimentos más importantes para las plantas, necesario en cantidades tan grandes, que la tierra no puede suministrarla en forma completa, por lo que se recomiendan dosis mayores que de P y K, aunque es recomendable aplicar dosis en base a las necesidades del cultivo y a la disponibilidad de N presente en el suelo.

El % de malezas presente en la parcela, muestra un efecto negativo sobre el rendimiento, así mismo sobre la densidad de plantas, ya que la maleza compite con el cultivo por luz, agua y nutrimentos; por lo tanto, un deficiente control de malezas facilita la infestación de malezas, lo que podría provocar pérdidas importantes en el rendimiento del cultivo, como lo menciona Radosevich *et al.* (1997).

El efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento muestra una alta correlación positiva, ya que a mayor densidad de plantas, hay mayores posibilidades de obtener un incremento en el rendimiento del cultivo.

La dosis de P mostró un efecto significativo, pero negativo sobre el rendimiento, lo cual se puede explicar por la influencia de los datos de las parcelas 1 y 12, donde se aplicaron las dosis más altas de P y se obtuvieron los menores rendimientos. En este caso, el bajo rendimiento se debió a diversos factores, entre ellos la baja densidad de plantas ocasionada por problemas de nacencia o problemas de malezas, problemas de acame, etc.

En el caso de la dosis de siembra y el efecto en la dosis de P, se debe a la influencia de las parcelas 8 y 12, que presentaron las dosis de semilla más altas y dos de las dosis de P mayores, por lo tanto, no se puede asegurar que exista una estrecha relación entre estos dos factores, pues no se tienen suficientes datos.

Asimismo, no se tienen suficientes datos para explicar la influencia que se presenta en los casos de la dosis de N sobre las dosis de P y K, del P sobre la presencia de malezas, y de la dosis de siembra sobre la presencia de plagas.

En parcelas de 0L (ver cuadro 15), sólo las dosis de N y P mostraron un efecto significativo en el rendimiento, ya que el N es uno de los nutrimentos más importantes para las plantas, necesario en cantidades tan grandes, que la tierra no puede suministrarla en forma completa; asimismo, el P, que aunque se recomienda en dosis menores al N, también es un elemento importante en el desarrollo del cultivo.

El efecto significativo que muestra el % de malezas en la presencia de plagas, es posible que se deba a que algunas malezas pueden actuar como reservorio a ciertas plagas. La chinche café, principal plaga observada en el cultivo de sorgo, se alimenta de pastos y otras hierbas silvestres, pudiendo iniciar aquí su reproducción, aunque la mayoría pone sus huevecillos en la panoja del sorgo, donde se alimentarán de los granos en formación.

En parcelas de LR (ver cuadro 16), sólo tres variables mostraron efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo:

El % de malezas presente en la parcela, muestra un efecto negativo sobre el rendimiento, ya que la maleza compite con el cultivo por luz, agua y nutrimentos, lo que podría provocar pérdidas importantes en el rendimiento del cultivo, al reducir la densidad de plantas, como se pudo observar en la parcela 12 (ver Cuadro 13c).

Por el contrario, el efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento muestra una alta correlación positiva, ya que a mayor densidad de plantas, es posible obtener un incremento en el rendimiento del cultivo.

Sin embargo, no se tienen datos suficientes para explicar el posible efecto del P sobre el rendimiento y de la cobertura de residuo sobre la dosis de K. En cuanto al efecto de la cobertura de residuo sobre la dosis de siembra, el uso de las sembradoras de 0L, permite la posibilidad de reducir la cantidad de semilla, pues la coloca con mayor precisión sobre la línea de siembra.

En estas parcelas, la cobertura de residuo presentó un efecto significativo sobre la presencia de plagas, esto puede deberse a que la cobertura proporciona un medio adecuado como reservorio de ciertas plagas, y como en el caso del gusano cogollero, le permite ocultarse durante el día y salir con seguridad durante la noche para alimentarse.

Como se mencionó anteriormente, en el caso de la dosis de siembra y su efecto en la dosis de P, se debe a la influencia de las parcelas 8 y 12, que presentan las dosis de semilla más altas y dos de las mayores dosis de P, por lo tanto, no se puede asegurar que exista una estrecha relación entre estos dos factores.

Sucede lo mismo para el caso de la dosis de P en el % de malezas presentes en la parcela.

COSTOS

En esta sección, se encuentran los resultados en cuanto a los costos involucrados en el cultivo de sorgo (incluye costo de insumos y mano de obra), que se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 17. Análisis económico del cultivo de sorgo.

Nº	NOMBRE	TIPO DE PARCELA OI/PV	CULTIVO ACTUAL	COSTO PREP. SUELO (\$/ha)	COSTO SIEMBRA (\$/ha)	COSTO SEMILLA (\$/ha)	COSTO FERTILIZAR (\$/ha)	COSTO MALEZA (\$/ha)	COSTO PLAGAS (\$/ha)
Parcelas de 0L									
1	Adrián Vázquez Delgadillo	0L-0L	sorgo	--	250	440	435	369	--
2	Gregorio Razo	0L-0L	sorgo	--	250	670	1,576	2,170	--
3	Jaime Rojo (1)	0L-0L	sorgo	--	200	477	1,604	1,238	290
4	Rubén Sandoval Zavala	B-0L	sorgo	--	200	350	1,082	1,101	289
5	Santiago Enríquez (2)	B-0L	sorgo	--	175	527	1,578	1,412	285
Promedio parcial				--	215	493	1,255	1,258	288
Desviación estándar				--	34	118	508	647	3
Parcelas de LR									
6	Antonio Zavala Rentería	B-LR	sorgo	--	200	500	1,626	796	--
7	Benito García Miranda	B-LR	sorgo	--	250	478	2,205	200	--
8	Francisco Frías Jaral	B-LR	sorgo	800	200	605	1,225	150	--
9	Jesús Alvarado Servín	B-LR	sorgo	800	200	438	1,832	500	--
10	J. Susano Valerio	LR-LR	sorgo	200	200	435	2,765	878	--
11	Jaime Rojo (2)	LR-LR	sorgo	500	200	477	1,604	1,238	290
12	Raúl Muníz Lerma	LR-LR	sorgo	250	250	638	1,486	560	--
Promedio parcial				510	214	510	1,820	617	290
Desviación estándar				288	24	80	515	386	--
Promedio TOTAL				510	215	503	1,585	884	289
Desviación estándar				288	27	93	569	585	2

Cuadro 17a. Análisis económico del cultivo de sorgo (cont.).

N°	NOMBRE	TIPO DE PARCELA	CULTIVO ACTUAL	COSTO RIEGO (\$/ha)		COSTO COSECHA (\$/ha)	COSTO PROD. (\$/ha)	INGRESO (\$/ha)	UTILIDAD (\$/ha)	COSTO PROD. POR Ton. (\$)
		OI/PV		Gravedad	Bombeo					
Parcelas de 0L										
1	Adrián Vázquez Delgadillo	0L-0L	sorgo	900	--	100	2,494	8,304	5,810	300
2	Gregorio Razo	0L-0L	sorgo	960	--	80	5,706	10,728	5,022	532
3	Jaime Rojo (1)	0L-0L	sorgo	--	1,325	110	5,244	12,238	6,994	429
4	Rubén Sandoval Zavala	B-0L	sorgo	--	600	120	3,741	9,640	5,899	388
5	Santiago Enríquez (2)	B-0L	sorgo	--	1,117	110	5,203	11,117	5,913	468
Promedio parcial				930	1,014	104	4,478	10,405	5,928	423
Desviación estándar				42	373	15	1,332	1,497	702	87
Parcelas de LR										
6	Antonio Zavala Rentería	B-LR	sorgo	--	960	120	4,202	9,214	5,012	456
7	Benito García Miranda	B-LR	sorgo	960	--	80	4,173	10,566	6,393	395
8	Francisco Frías Jaral	B-LR	sorgo	--	750	100	3,830	10,788	6,958	355
9	Jesús Alvarado Servín	B-LR	sorgo	--	1,410	90	5,270	10,462	5,192	504
10	J. Susano Valerio	LR-LR	sorgo	--	1,130	100	5,708	10,942	5,235	522
11	Jaime Rojo (2)	LR-LR	sorgo	--	1,325	110	5,744	9,578	3,834	600
12	Raúl Muníz Lerma	LR-LR	sorgo	--	548	80	3,812	6,153	2,342	620
Promedio parcial				960	1,021	97	4,677	9,672	4,995	493
Desviación estándar				--	334	15	866	1,677	1,543	99
Promedio TOTAL				940	1,018	100	4,594	9,978	5,384	464
Desviación estándar				35	323	15	1,032	1,579	1,307	97

La 0L ofrece la opción de eliminar los costos de preparación de suelo ahorrando aproximadamente un 11% del costo de producción.

Ya que en parcelas de 0L no es posible hacer controles mecánicos de malezas, se hace más dependiente del control químico lo que se refleja en los costos de control de malezas, que muestra un incremento de aproximadamente 105% en relación a dicho costo en parcelas de LR.

Los costos de control de plagas fueron mayores en parcelas de 0L que en las de LR, aunque esto podría deberse a los problemas de plagas en zonas específicas y no al tipo de labranza empleado, ya que tres de los cuatro productores que aplicaron plaguicidas pertenecen al municipio de Pénjamo, donde a decir de los productores tienen problemas con la chinche café.

Únicamente se observa una diferencia significativa en el costo de fertilización, ya que en parcelas de LR este costo se incremento casi 45% con respecto al mismo costo en parcelas de 0L.

Los costos de riego más altos se deben a que la profundidad del espejo de agua es mayor en los pozos que benefician las parcelas 3,5 y 11, y en el caso de las parcelas 9 y 10 el pozo esta asolvado, por lo que el equipo debe trabajar forzado y por mayor tiempo para extraer el volumen de agua necesario, situaciones que generan elevados gastos de energía eléctrica para la extracción del agua.

En los costos de cosecha la diferencia es prácticamente imperceptible, pero al comparar los costos de producción en ambos grupos de parcelas, la diferencia es más notoria, siendo aproximadamente 5% menor en parcelas de 0L con respecto a las de LR.

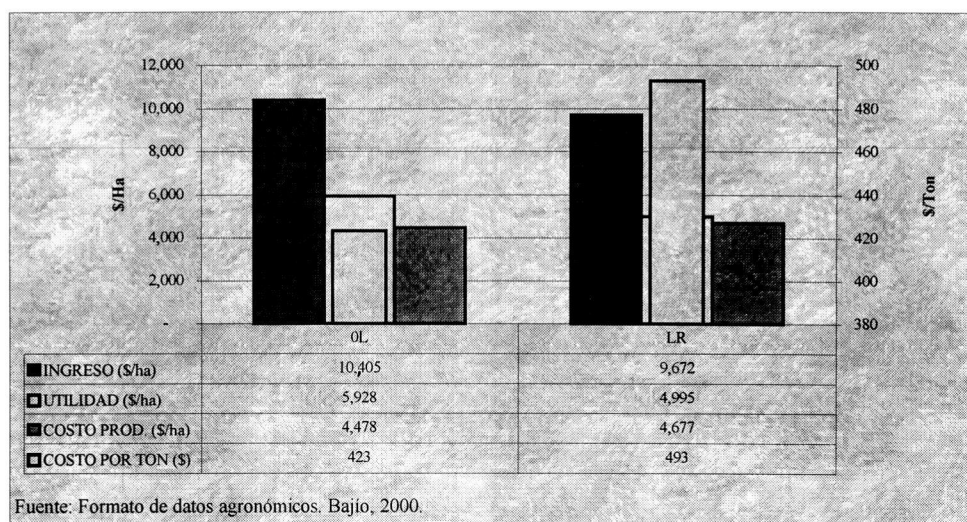


Figura 13. Análisis económico comparativo entre los sistemas de 0L y LR con cultivo de sorgo (ciclo PV 2000).

Con un costo promedio de \$1000.00 por tonelada de grano de sorgo, se obtuvo un ingreso aproximado de 8% mayor en parcelas de 0L, lo que se refleja en una mayor utilidad, de aproximadamente \$1000.00/ha sembrada, con respecto a las parcelas de LR.

Aún cuando en las parcelas de 0L el costo de control de malezas se incrementó en más del 100%, en relación al mismo costo en parcelas de LR, el ahorro en las otras prácticas culturales (sobre todo en costo de preparación de suelo) ayudó a amortizar el costo del control de malezas, lo que se tradujo en un costo de producción por tonelada de grano de \$423.00, aproximadamente 14% menor al calculado para las parcelas de LR.

MANEJO DEL AGUA

El uso de la encuesta de riego nos permitió recabar importante información que se clasificó en seis secciones: 1) Infraestructura de riego, 2) Criterios generales para el manejo del riego, 3) Manejo del riego en la parcela, 4) Costo de riego, 5) Evolución histórica y 6) Perspectivas en el uso de la LC para mejorar la eficiencia del riego.

Dicha información nos permitirá conocer si la LC ha influido en el manejo del agua de riego en el área del Bajío, así como sus perspectivas de uso como alternativa para aliviar

en cierto grado los problemas de escasez de agua, que ya se presentan en esta importante zona agrícola del país.

Infraestructura de riego

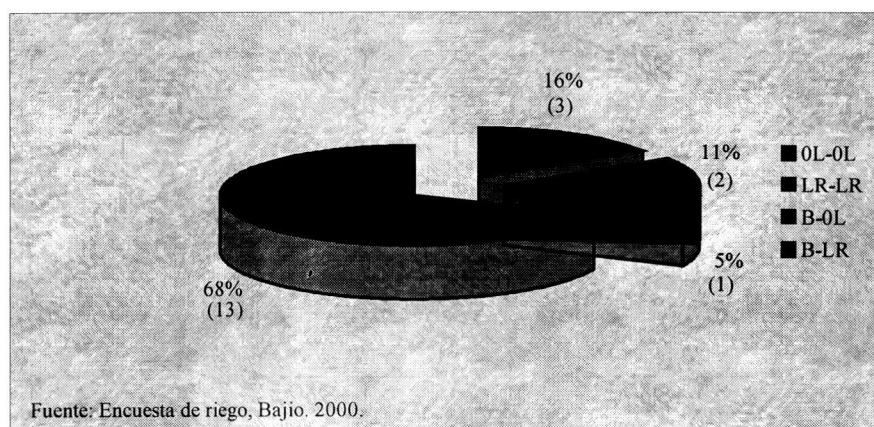


Figura 14. Distribución de parcelas de acuerdo al sistema de siembra en los ciclos OI/PV

En esta figura se muestra que el sistema de siembra tradicional en la zona del Bajío, es realizar barbecho para la siembra del ciclo de OI (trigo, cebada), mientras que para el ciclo de PV (maíz, sorgo) se hace siembra directa y generalmente se aplica por lo menos un control mecánico de malezas.

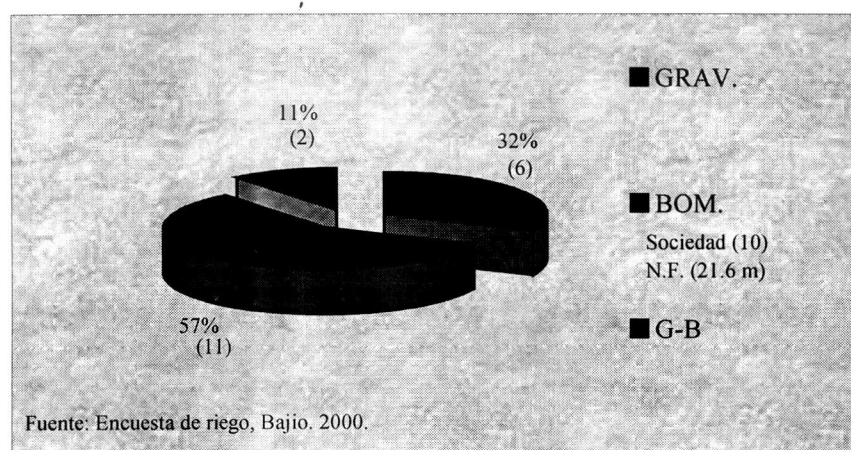


Figura 15. Clasificación de usuarios de acuerdo al origen del agua de riego

La figura 15 muestra el creciente uso del agua subterránea para riego, ya que su disponibilidad es mayor al agua superficial, lo que permite una mayor flexibilidad en su uso, tanto en volumen de aplicación como en su periodicidad.

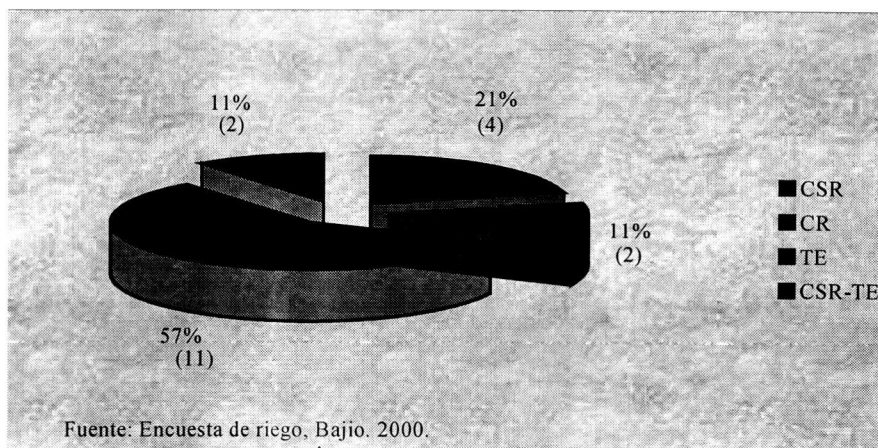


Figura 16. Tipo de infraestructura de riego presente en la parcela

Como se observó en la figura 15, donde la mayoría de los productores encuestados son usuarios del agua subterránea, en la figura 16 se observa que el agua en su mayoría ya es conducida a la parcela mediante tubería enterrada, lo que reduce significativamente las pérdidas de agua, así como los tiempos de riego.

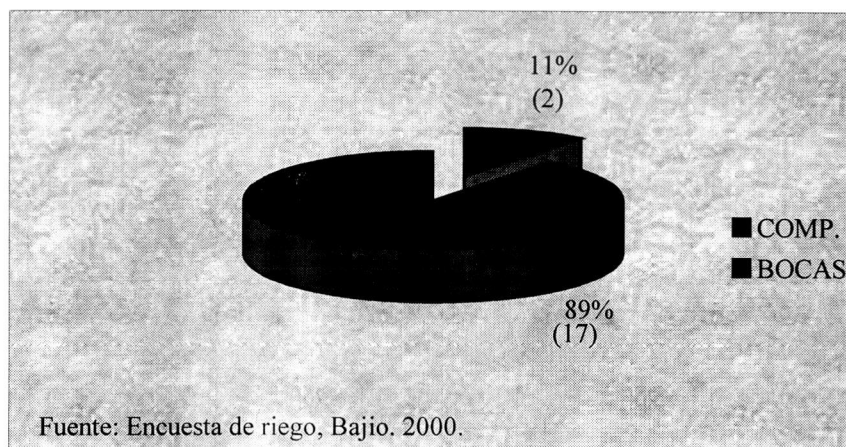


Figura 17. Forma de aplicación del riego en la parcela

En esta figura se muestra que la forma de aplicación del riego en la parcela es primordialmente mediante el llenado de la acequia, a partir de la cual se distribuye el agua a las melgas.

Criterios generales para manejo del riego

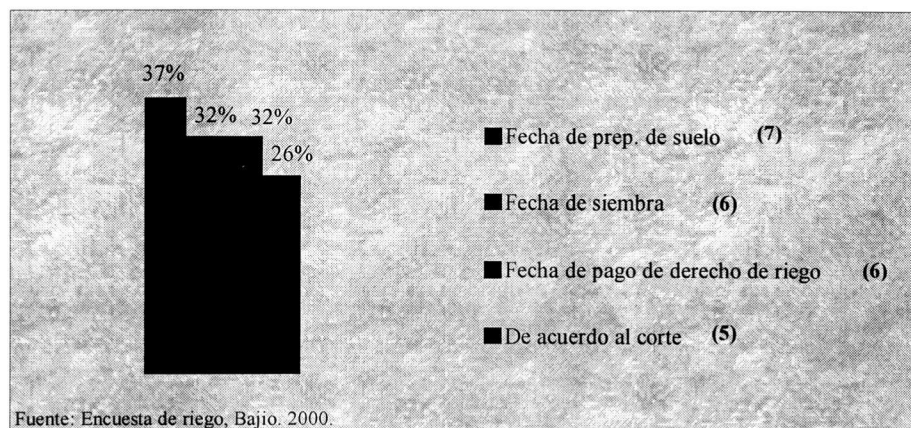


Figura 18. Criterio de distribución del agua de riego

El criterio de distribución del agua de riego aplicado a los productores, es básicamente de acuerdo a la fecha de preparación del suelo, y para el caso de los socios de pozo, se añade la condición del sentido del corte, que es acordado por la junta de los usuarios.

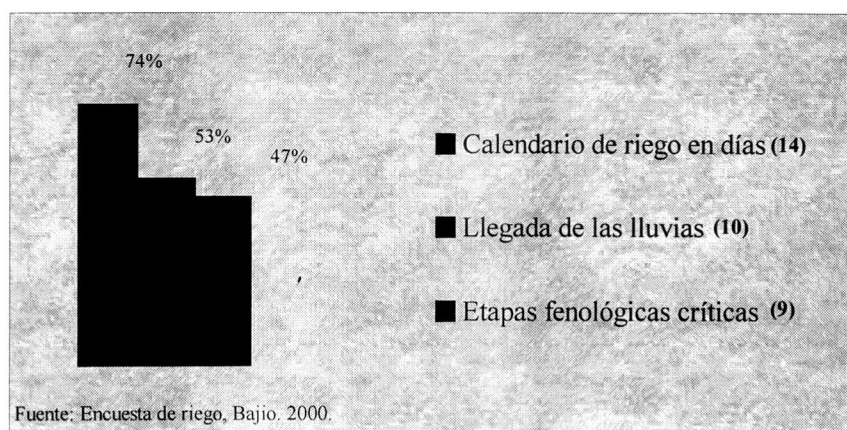


Figura 19. Criterio para decidir la fecha de riego

En lo referente al criterio para decidir las fechas de riego, la gran mayoría de los productores se basa en un calendario de riego preestablecido (siembra, 40 dds, 70 dds), aunque también se toma en cuenta de manera secundaria la llegada de las lluvias, para adelantar o atrasar los riegos.

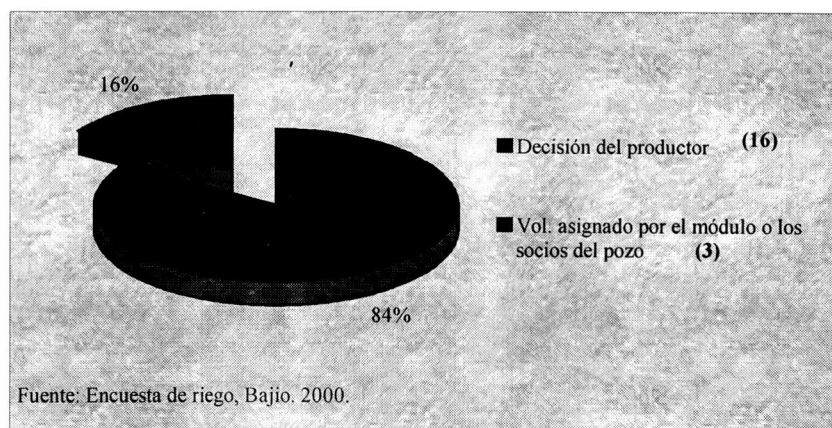


Figura 20. Criterio para decidir el volumen de riego a aplicar

Aunque la mayoría de los productores coincide en que son ellos quienes deciden el volumen de agua a aplicar, el volumen de riego aplicado al cultivo es asignado previamente por el módulo de riego, dependiendo del volumen acumulado en los embalses y el tipo de cultivo, siendo el canalero el responsable de entregar los volúmenes acordados a cada agricultor; para el caso de los usuarios de pozo, la junta de los socios decide el tiempo de riego, y cada socio es responsable del equipo electromecánico, así como del tiempo de riego.

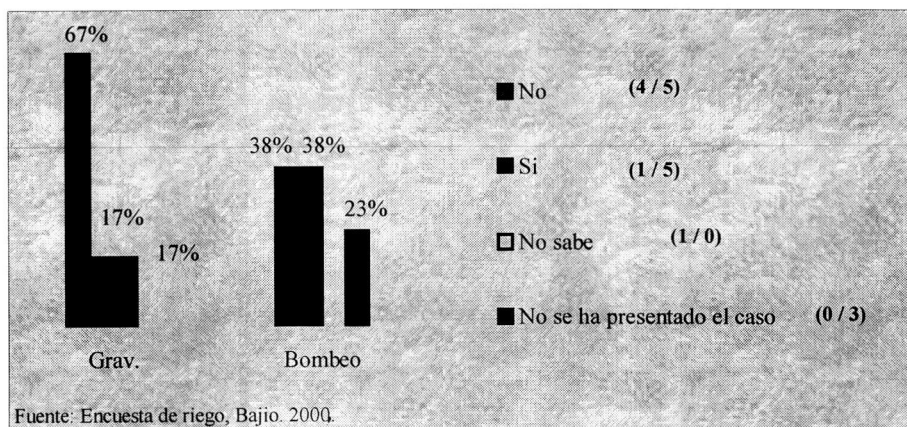


Figura 21. Opción de transferencia de derechos de riego

Para los usuarios de agua superficial, no existe la opción de transferir su derecho de riego, sin embargo, en el caso de los socios de pozo, un porcentaje importante considera que si hay oportunidad de transferir su derecho de riego a algún otro productor.

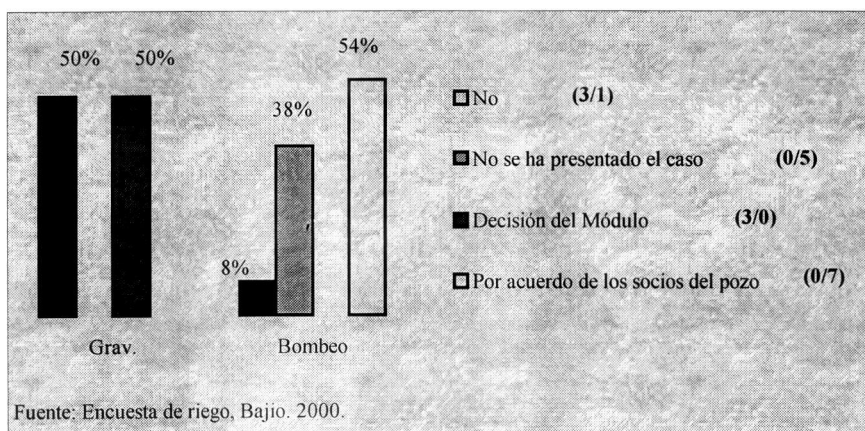


Figura 22. Opción de uso del riego de PV en el ciclo OI

En el caso de una buena temporada de lluvias, la opción de no usar el agua de riego del ciclo PV, y usarla para el ciclo OI, en que la precipitación es escasa, en el caso de los usuarios de agua superficial, la mitad de ellos considera que si se puede hacer, siempre y cuando sea un acuerdo tomado a nivel Módulo. La situación para los usuarios de agua subterránea es más flexible, ya que un 92% de ellos, cree que si puede existir la opción, aunque debe ser avalada por la junta de los socios.

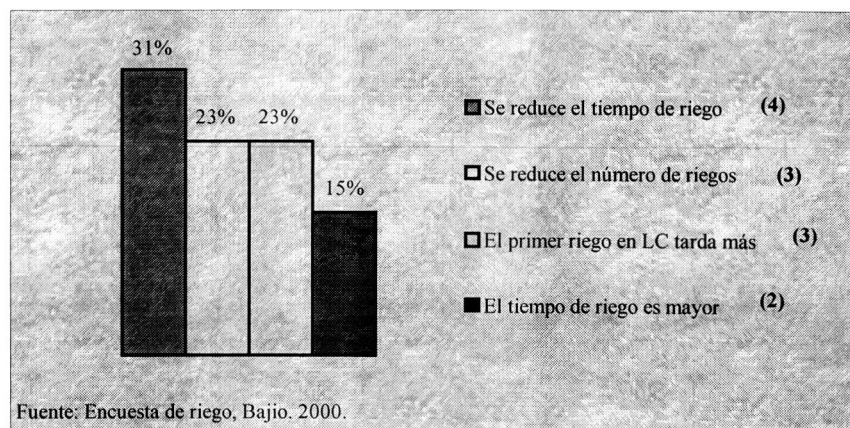


Figura 23. (68%) Diferencias en la forma de riego en parcelas con LC y LT (labranza convencional o tradicional)

Tan solo el 68% de los productores encuestados considera que hay diferencias en la forma de riego en parcelas con diferentes sistemas de labranza (LC y LT), cerca del 55% menciona las diferencias positivas como el reducir el tiempo y número de riegos, mientras que el 38% de ellos considera diferencias negativas como el incremento en tiempo de riego.

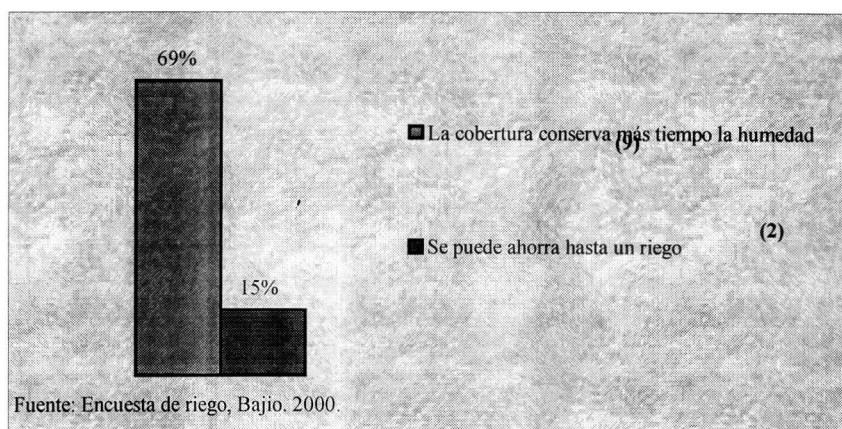


Figura 24. (68%) Ahorro de agua en parcelas bajo LC

Del 68% que opinó que si hay diferencias en el uso del agua en parcelas bajo diferentes sistemas de labranza, un 84% considera que si hay ahorro de agua en parcelas bajo LC, básicamente por que la cobertura mantiene la humedad por más tiempo, lo que permite en ciertos casos ahorrar hasta un riego.

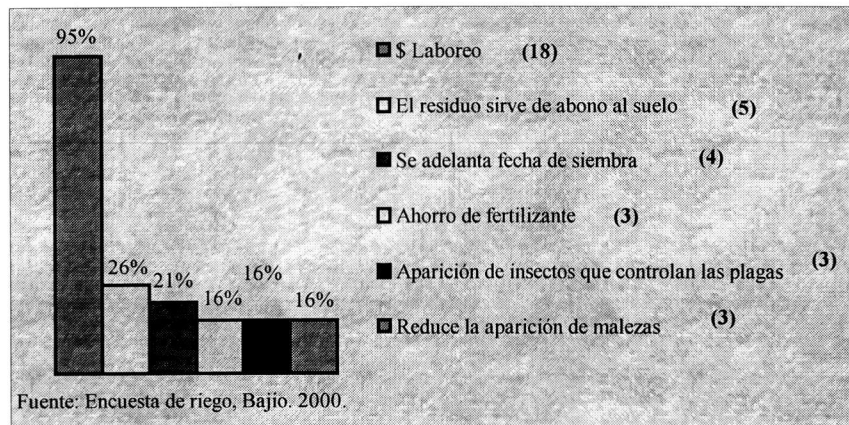


Figura 25. Beneficios de la LC

El mayor beneficio que observan los productores en el sistema de Labranza de Conservación, es la reducción de los costos de laboreo, que representa aproximadamente un 20% del costo de producción.

Manejo del riego en la parcela

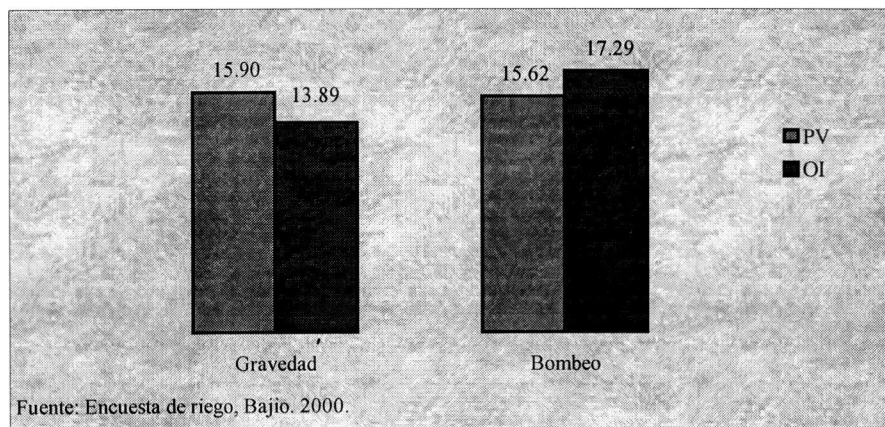


Figura 26. Tiempo promedio de riego (Hr/Ha) de acuerdo al origen del agua de riego.

En esta gráfica se observa que los tiempos de riego aplicados tanto en agua superficial como en agua subterránea son similares en el ciclo PV; por el contrario, para el ciclo OI, los usuarios del agua subterránea tienen oportunidad de aplicar los riegos por mayor tiempo, ya que tienen decisión propia en el uso del recurso, no así los usuarios del agua superficial.

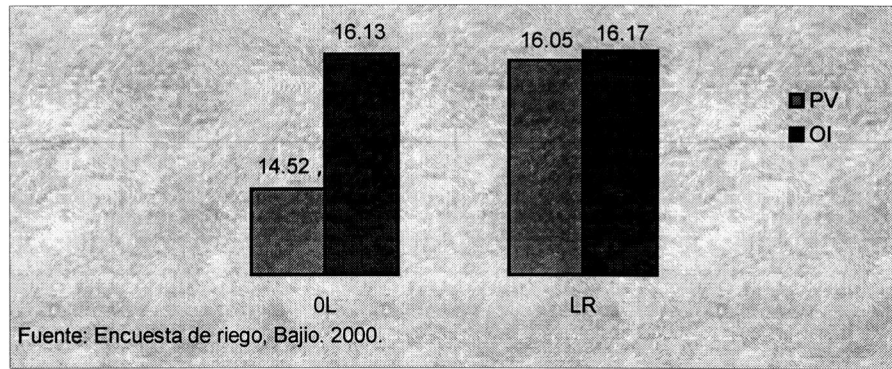


Figura 26a. Tiempo promedio de riego (Hr/Ha) de acuerdo al tipo de parcela.

En parcelas bajo 0L, los tiempos de riego son menores a los de las parcelas de LR, sobre todo en el ciclo PV, pues en el ciclo de OI, son prácticamente iguales en ambos tipos de parcelas.

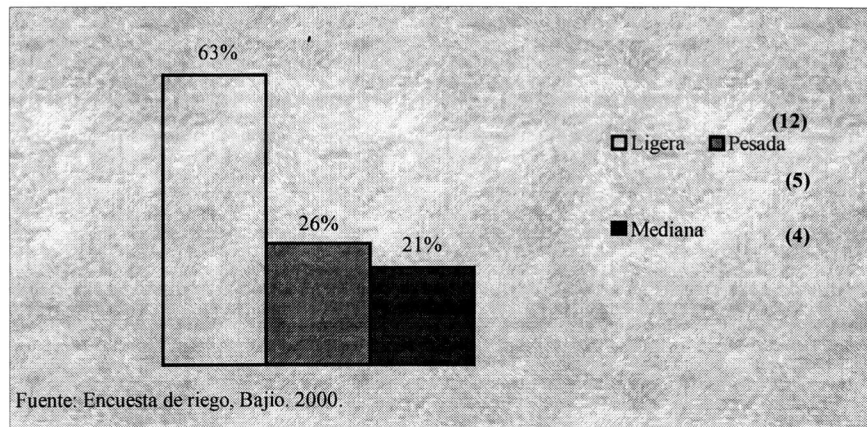


Figura 27. Textura del suelo presente en las parcelas

Aun cuando en el Bajío los suelos predominantes son los vertisoles, los cuales se consideran como suelos pesados, la mayoría de los productores encuestados considera el suelo de su parcela dentro del grupo de suelos ligeros.

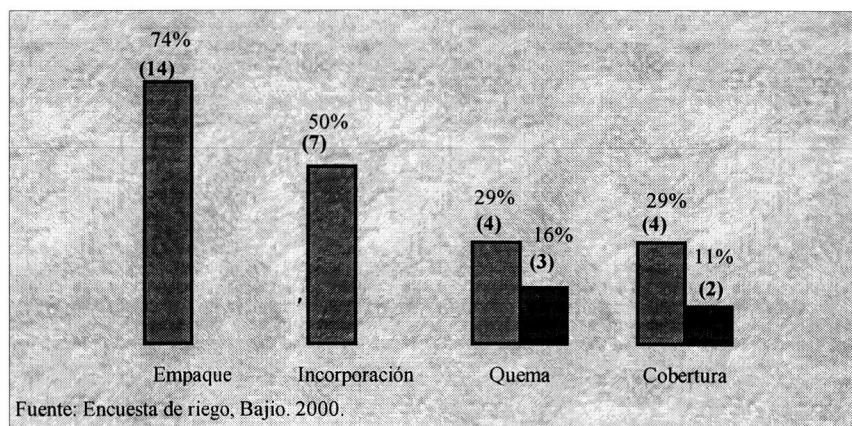


Figura 28. Destino del residuo de cosecha

A pesar de las prohibiciones en la quema de los residuos de cosecha, en esta figura se puede observar que aproximadamente la mitad de los agricultores persiste en realizar esta práctica. Las columnas de color azul indican que un 74% de los productores empaça el residuo, además de hacer otras practicas como la incorporación, quema y dejar residuo como cobertura. Las columnas de color guinda muestran que un 16% de los productores además de realizar la quema de 'casi todo el residuo de cosecha, el sobrante lo dejan sobre la superficie, que en la mayoría de los casos ofrece un porcentaje de cobertura mucho menor al 10%.

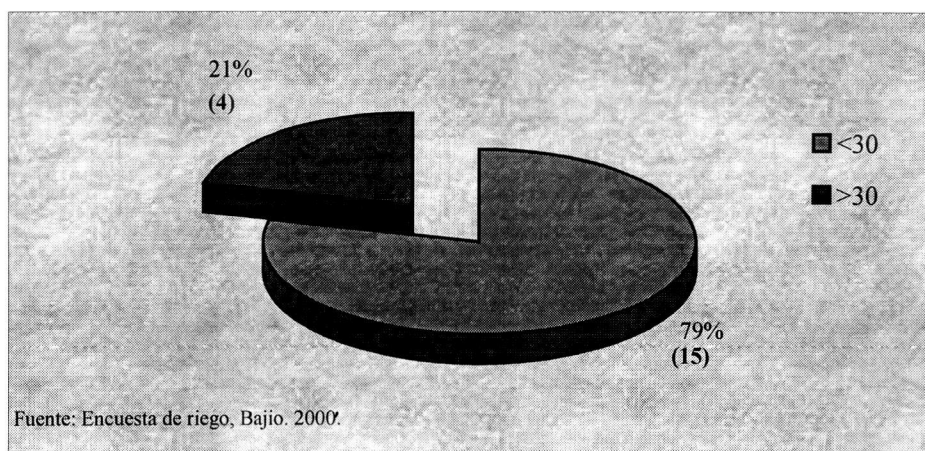


Figura 29. Porcentaje de cobertura del residuo dejado en la superficie

Las consecuencias de lo observado en la figura 28, se muestran en la figura 29, donde en casi el 80% de las parcelas el porcentaje de cobertura es mucho menor al 30%. Lo que implica que el concepto de labranza de conservación no se aplica en la mayoría de las parcelas.

Costo de riego

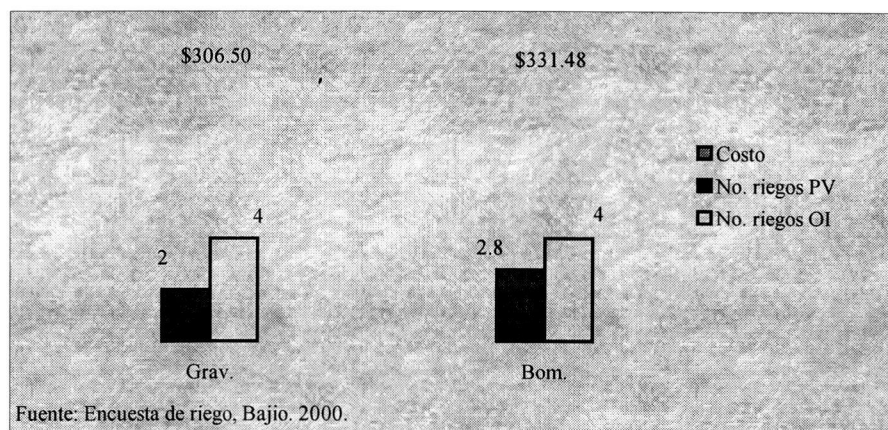


Figura 30. Costo promedio por riego (\$ /riego-ha)

Como vemos aquí, la diferencia en el costo de riego entre los sistemas de gravedad y bombeo no es muy importante, por el contrario, en el caso de bombeo los costos se incrementan por el poco mantenimiento de los pozos y equipo electromecánico, costos que podrían disminuir si el mantenimiento de dichas instalaciones fuera adecuado. La ventaja más importante es la mayor disponibilidad de agua en el sistema de bombeo, ya que por las condiciones de poca precipitación que se han presentado recientemente, no ha habido agua para el ciclo OI para los usuarios del agua superficial.

Evolución histórica

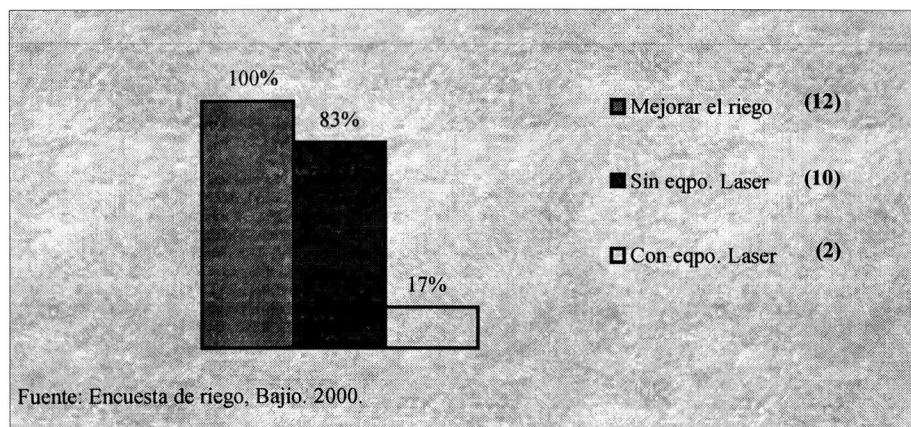


Figura 31. Nivelación de la parcela (63%)

Un aspecto importante en el manejo de riego, es la nivelación del terreno, que en este caso solo el 63% de los productores la realizó, con la intención de mejorar el riego en sus parcelas, empleando para ello básicamente las rastras para aflojar el suelo y la escrepa para emparejar la superficie.

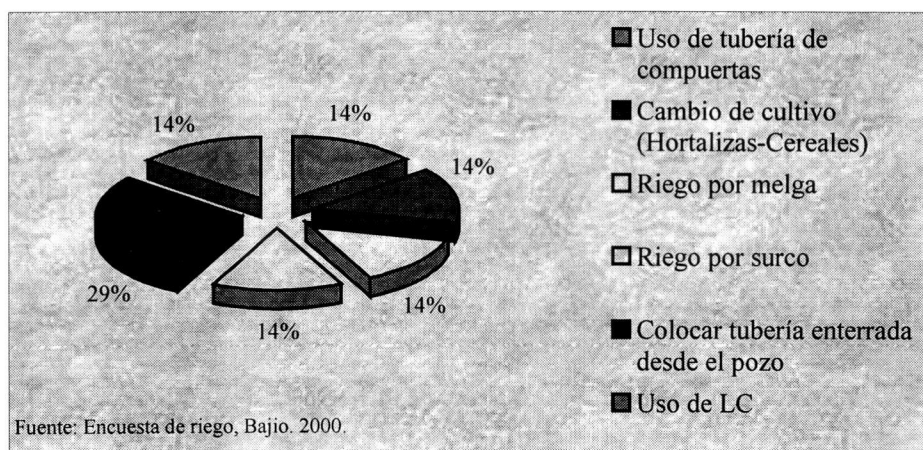


Figura 32. Cambios en la forma de riego (37% -7-)

Tan solo un 37% de los productores encuestados han realizado cambios en el riego en los últimos 10 años, básicamente en la conducción (mediante tubería enterrada) y aplicación del riego (tubería de compuertas, riego por melga o surco) en la parcela.

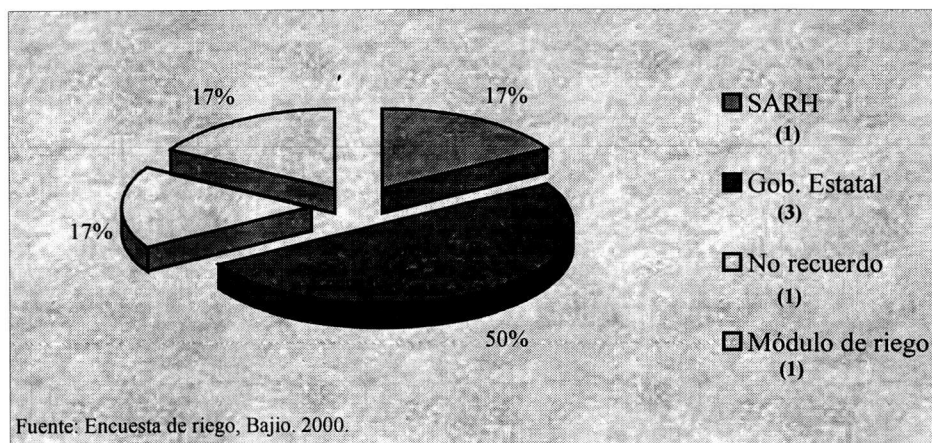


Figura 33. Asesoría en riego (32% -6-)

La asesoría en el aspecto de riego, es muy escasa, ya que tan solo una tercera parte de los encuestados reconoce haber recibido en alguna ocasión platicas sobre riego, fundamentalmente por parte del gobierno estatal. Dichos productores coinciden en que la asesoría recibida no es suficiente para un buen aprendizaje de los cambios en el manejo de riego que implica el uso de otros sistemas de labranza, como es el caso de la LC.

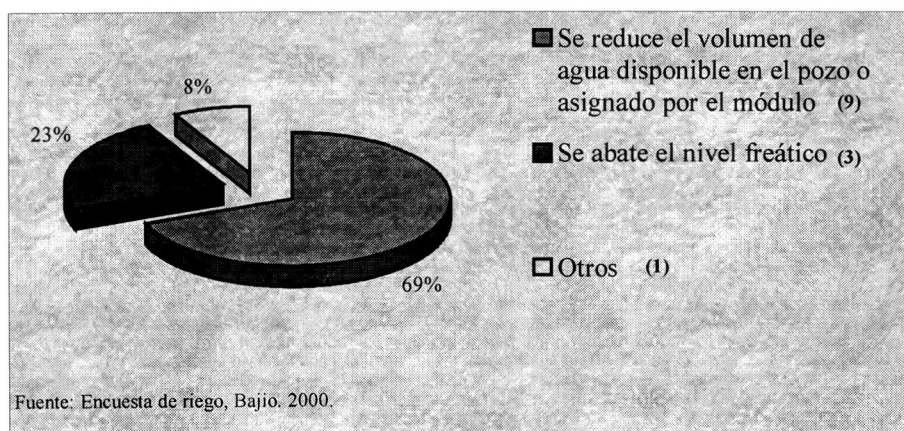


Figura 34. Problemas en el suministro de agua (68% -13-)

Como se puede observar, los problemas en el suministro de agua se reflejan en la reducción de los volúmenes de agua asignados o la disminución en el número de

hectáreas a regar. Estos problemas son debidos a la sobreexplotación del manto acuífero y la escasa precipitación de los años recientes.

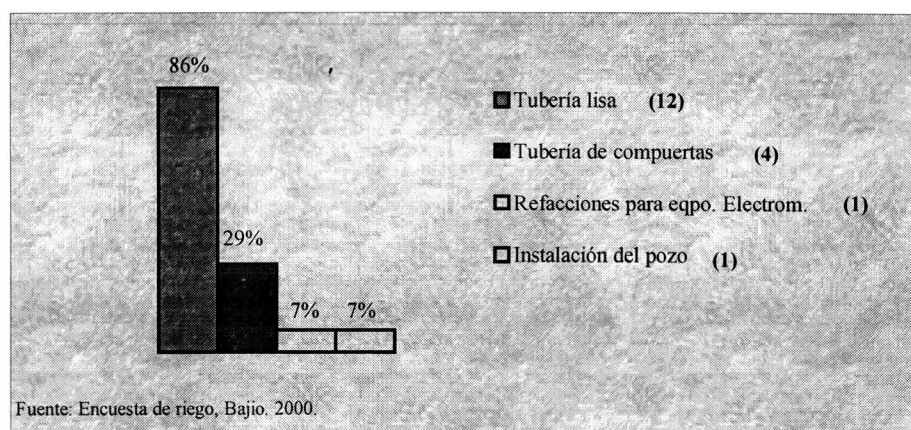


Figura 35. Inversiones hechas para mejoramiento del riego (74% -14-)

En esta figura se observa que las inversiones hechas en el mejoramiento del riego, son principalmente en el sistema de bombeo, en la conducción del agua; lo que implica de inicio, una reducción en las pérdidas de agua por conducción (llenado y evaporación), así como también en los tiempo de riego.

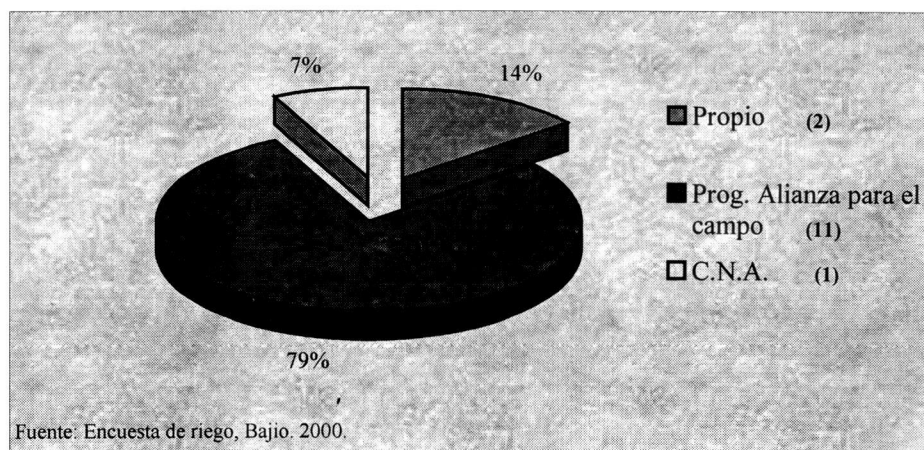


Figura 36. Origen del apoyo para la inversión en riego

Los productores que han tomado la decisión de invertir en infraestructura para el mejor aprovechamiento del agua de riego, han recibido en su mayoría apoyo económico por

parte del Programa Alianza para el Campo, donde ellos aportan una parte del costo y son apoyados con el faltante con recursos federales.

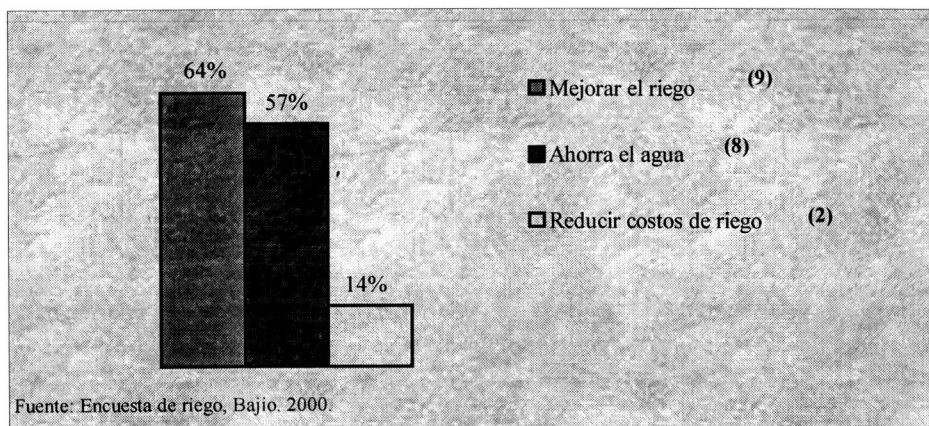


Figura 37. Motivos para realizar la inversión

Los motivos que tuvieron los productores para hacer la inversión en infraestructura de riego, son básicamente la mejora en el riego (a decir de los productores “reducir el tiempo de riego”) y por ende el ahorro de agua.

Perspectivas en el uso de la LC para mejorar la eficiencia del riego

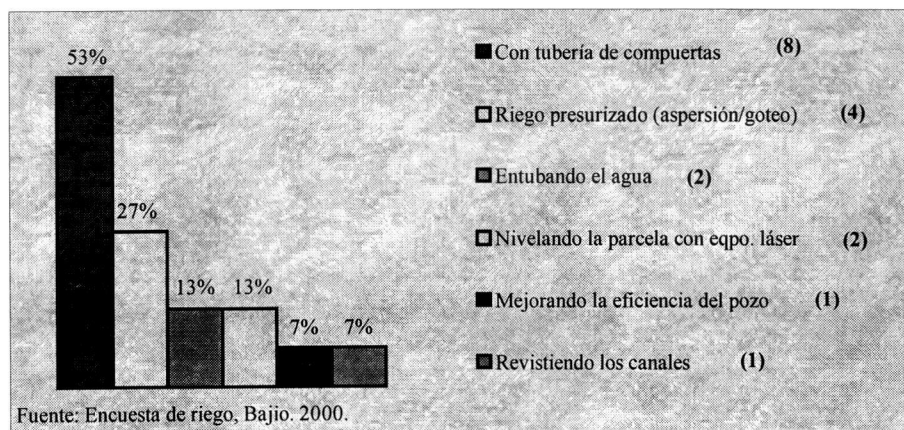


Figura 38. Cómo mejorar la eficiencia del riego (79% -15-)

Casi un 80% de los encuestados considera que puede mejorarse el riego en sus parcelas, de ellos, poco más del 50% considera que la mejor opción para hacerlo sería mediante el

empleo de tubería de compuertas para la aplicación del riego en la parcela (este grupo de productores ya han invertido en la conducción del agua a través de tubería enterrada). En cuanto a la opción del riego presurizado, consideran que también sería una buena opción, siempre y cuando aumentara la rentabilidad de los cultivos. Las otras opciones se refieren principalmente a mejorar la infraestructura de conducción del agua a la parcela.

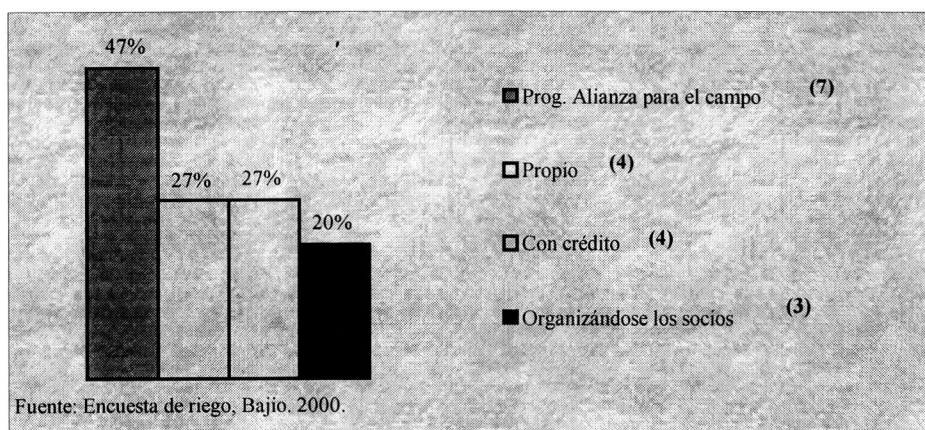


Figura 39. Posible origen de los recursos para mejoramiento del riego

Para futuras inversiones en el aspecto del riego, la principal opción es mediante el Programa Alianza para el Campo; cabe hacer notar que algunos productores pertenecientes a sociedades de pozos, consideran que como grupo pueden ser objeto de créditos bancarios para la compra de material y equipo para mejorar y dar mantenimiento a su infraestructura de riego.

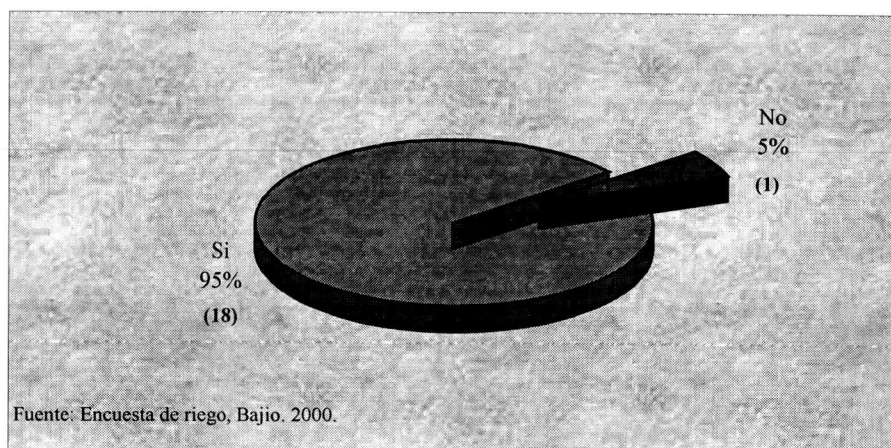


Figura 40. La LC como opción para mejorar la eficiencia del riego

De acuerdo a la visión de los agricultores, la labranza de conservación puede ser una opción viable y sobre todo económica para mejorar la eficiencia en el manejo del agua de riego.

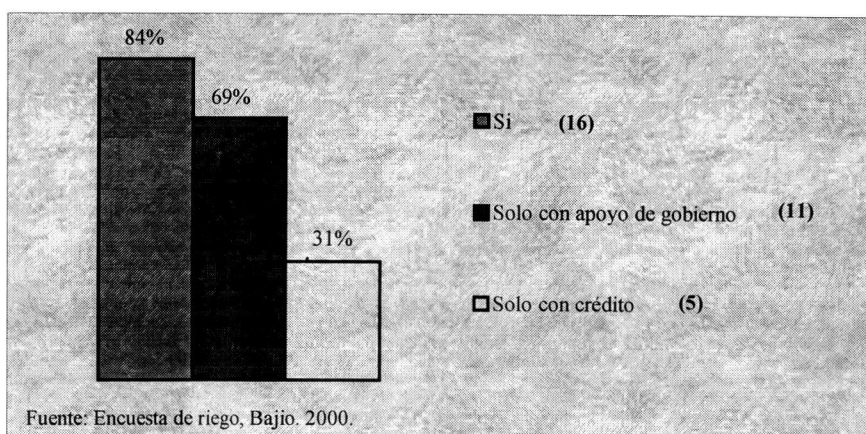


Figura 41. Factibilidad de tecnificar el riego

En lo referente a la posibilidad de tecnificar el riego en sus parcelas, mediante la aplicación de riego presurizado (aspersión o goteo), un porcentaje importante de los productores considera que si puede estar a su alcance, siempre y cuando el gobierno los apoye económicamente a través del Programa Alianza para el Campo.

IX DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El sistema de labranza en el área del Bajío para el ciclo de cultivo OI, es generalmente *Barbecho*, en contraste con el sistema de labranza empleado para el ciclo PV, que es *Labranza Reducida*, haciendo de una a dos rastras como preparación de suelo, la siembra se hace con sembradoras de SD, y se aplica por lo menos un control mecánico empleando la cultivadora.

El residuo de los cultivos de invierno que se genera en las parcelas tiene en alto porcentaje un uso diferente al de cobertura, pues algunos productores lo empacan y otros lo queman, y los pocos agricultores que dejan cobertura de residuo en su parcela, dejan muy poca cantidad (el residuo cubre <30 % de la superficie de siembra), de ahí que no se puedan calificar dichos sistemas de siembra como *Labranza de conservación*.

El uso de sembradoras de Siembra Directa (SD) permite la aplicación de semilla con un promedio de 18 kg/ha, con dosis mínimas de hasta 14 kg/ha, en contraste con los 22 kg/ha que se aplicaban en promedio con sembradoras tradicionales.

La presencia de malezas de acuerdo a las observaciones fue mayor en parcelas de 0L, donde prevaleció la maleza de hoja angosta, básicamente zacates y pastos; sin embargo, en la mayoría de parcelas de LR, se presentó un bajo porcentaje de malezas, donde predominaron tanto hoja angosta como hoja ancha. El porcentaje de malezas presente en las parcelas, esta más influenciado por efecto de los controles de maleza, que por la presencia de la cobertura de residuo presente en la superficie del suelo.

Tanto la densidad de plantas como el rendimiento de grano fueron mayores en parcelas de 0L en un porcentaje aproximado de 4%, con un rendimiento promedio de 10.4 T/ha. El rendimiento promedio en algunas parcelas de LR se vio afectado por fuertes problemas de acame, por exceso de humedad en algunas zonas bajas de la parcela, y por problemas importantes de infestación de malezas.

Los factores de mayor influencia en el rendimiento del cultivo, tanto en parcelas de 0L como LR fueron la presencia de malezas y la densidad de plantas, que tuvieron una relación significativa entre ellas, ya que un aumento en la presencia de malezas, generó

una reducción en la densidad de plantas de sorgo/ha, ocasionando así una disminución importante en el rendimiento.

La fórmula de fertilización promedio que se aplica en las parcelas para el cultivo de sorgo es de (241-87-36), que se hace en dos aplicaciones. Se observó que el N presenta un efecto significativo en el rendimiento en parcelas de 0L, no así en parcelas de LR. Podemos ver que en algunas parcelas, indistintamente del tipo de labranza, se aplican dosis de N mayores a los 300 kg/ha, muy por encima de la cantidad recomendada que es de 220 kg/ha; así mismo, se presenta el mismo fenómeno para el P y el K, lo que genera gastos innecesarios para el productor, ya que la planta no utiliza al 100% dichos nutrimentos. Las dosis promedio de fertilización fueron mayores en LR.

Los costos de producción en 0L fueron inferiores a los de LR, pues a pesar del incremento en el control de malezas, este se compensó con el ahorro en costo de preparación de suelo y fertilización. Obteniéndose en parcelas de 0L un costo de producción promedio de \$4,478.00/ha que equivale a aproximadamente 4% menos del costo de producción en parcelas de LR.

Los productores que emplean agua de bombeo van en aumento, y en algunas comunidades han formado sociedades para explotación de los pozos, lo que les permite tener mayor flexibilidad de uso, en periodicidad y volumen. Conducen el agua a la parcela mediante *tubería enterrada*, lo que les permite reducir en forma importante las pérdidas de agua en la conducción, por evaporación y filtración; por el contrario, los usuarios de agua superficial en su mayoría conducen el agua a la parcela mediante *canales sin revestir*, lo que incrementa las pérdidas de agua. Una vez a pie de parcela, cerca del 90% de los productores aplican el riego a “bocas”, llenando la acequia y de ahí se distribuye por melga. Muy pocos agricultores emplean tubería de compuertas, aún cuando la posean, pues consideran que es algo engorroso transportar la tubería a la parcela y regresarla a su casa.

El agua de gravedad para el primer riego se distribuye en base a la fecha de preparación de suelo y pago de derecho de riego que se hace en el Módulo; para los usuarios de pozo, además de la fecha de preparación de suelo, se añade la condición de el sentido del corte, acordada por los usuarios, quienes se dividen posteriormente los costos de

operación del pozo. Los riegos subsecuentes se realizan en base a un calendario de riego establecido. En cuanto al volumen de agua a aplicar, el Módulo asigna el volumen por ha en base al agua acumulada en los embalses y los socios asignan un tiempo de riego por ha o un costo de riego por hr.

En cuanto a la transferencia de los derechos de riego a un miembro externo del grupo asociado, los usuarios del módulo no tienen dicha opción; sin embargo, para los socios de un pozo, existe la flexibilidad de hacerlo, siempre y cuando sea por acuerdo de todo el grupo. Así mismo, la opción de usar el agua destinada para los riegos de PV en el ciclo OI, cuando las precipitaciones son muy escasas, para miembros del módulo es factible hacerlo, aunque esta decisión debe ser tomada a nivel Módulo o Distrito de Riego; en el caso de los miembros de un pozo, no necesitan tomar este tipo de decisiones ya que disponen de agua en cualquier período.

Cerca del 70% de los productores que fueron encuestados considera que el uso de la *labranza de conservación* implica cambios en el manejo del agua, algunos productores consideran que los tiempos de riego se incrementan porque el agua tiene que arrastrar el residuo, otros consideran que la cobertura de residuo reduce la evaporación conservando la humedad en el suelo por mayor tiempo, lo que les permite retardar los riegos en caso de escasez de agua o tardanza en las precipitaciones. Consideran además como principal beneficio de la *LC*, el ahorro en costo y tiempo de preparación de suelo, lo que les permite adelantar la fecha de siembra. Beneficios como el efecto del residuo en la fertilidad del suelo y en el control biológico de plagas y/o malezas, son comentarios tomados de los asesores técnicos, que no pueden sustentar los productores.

En parcelas con agua de gravedad (módulo), el tiempo de riego en el ciclo de PV es un poco mayor al tiempo empleado con agua de bombeo; esto debido al tiempo que toma la conducción del agua a la parcela, y posteriormente al llenado de la zanja, pues la velocidad de flujo del agua es menor que en los sistemas de bombeo. En lo que respecta al tiempo de riego durante el ciclo de OI, con el agua de gravedad es menor, debido a la reducción en el volumen de agua asignado por el Módulo; restricción que no afecta a los sistemas de bombeo, quienes tienen la facilidad de poder aumentar el volumen de agua a regar, pues en este ciclo no se tiene el auxilio de las lluvias. Referente a los costos de

riego/ha (incluye mano de obra), la diferencia entre agua superficial (\$306.50/ha) y de bombeo (\$331.48/ha) no es significativa (apenas \$25/ha), lo que favorece aún más a los sistemas de bombeo.

Cerca del 40% de los encuestados ha hecho cambios en la forma de riego en los últimos 10 años, básicamente en la conducción al utilizar tubería enterrada, y en la aplicación del riego en la parcela mediante el uso de tubería de compuertas. Aproximadamente un tercio de los productores reconoce haber asistido a pláticas sobre riego ofrecidas principalmente por parte del gobierno del estado. Los productores que han decidido invertir en el mejoramiento del riego, lo han hecho fundamentalmente con apoyo del *Programa Alianza para el Campo*,

Los problemas en el suministro de agua se han incrementado en los últimos años, ya que las precipitaciones han sido escasas por lo que los volúmenes en los embalses se han reducido drásticamente, ocasionando una reducción en el volumen asignado por ha en los módulos, y en algunos años el riego para el ciclo OI se ha eliminado, debido a la falta de agua en los embalses. Sin embargo, para los usuarios de pozo, solo se hace más profundo el espejo de agua, pero disponen de ella aún en el ciclo OI cuando no se tiene el auxilio de las lluvias.

Cerca del 80% de los productores encuestados, considera poder ir mejorando con el tiempo la eficiencia de riego en sus parcelas, encaminándose a la tecnificación del riego, siempre y cuando puedan ser apoyados por programas gubernamentales como el programa de Alianza para el Campo.

Un porcentaje importante de los encuestados considera que la LC es una muy buena opción para mejorar la eficiencia del agua de riego, por su fácil manejo y por el ahorro económico y de tiempo que representa en la reducción o eliminación del laboreo.

Se pudo observar que el uso de la *labranza de conservación* no necesariamente implica un cambio o modificación en la forma de riego, ya que los productores siguen regando de la misma manera que lo hacían en *labranza tradicional*. Esto se debe a que los productores pagan el derecho a riego por hectárea, no por volumen, y en el caso del agua bombeada, el pago es generalmente por hora, por lo que no es posible medir de manera precisa los volúmenes de riego.

El seguimiento agronómico nos permite tener una relación más estrecha con el productor, lo que nos permite conocer de forma más cercana el manejo que le da a la parcela, así como favorecer la confianza del productor hacia el técnico. Esta confianza es vital para poder obtener información veraz de parte del productor, pues muchas veces por desconfianza, no proporciona datos suficientes o correctos de las prácticas realizadas en su parcela, así como datos económicos o socioeconómicos.

Una limitante de importancia fue la escasez de parcelas de LC, lo que nos impidió establecer los pares de parcelas, pues la mayoría de las parcelas eran de LR o 0L, pero sin residuo; lo que provocó que tuviéramos un reducido número de parcelas, con un amplio margen de variación en las prácticas de manejo.

Así también, cuando el técnico tiene la suficiente confianza con el productor, tiene la posibilidad de tomar al productor como enlace o apoyo para acercarse a otros productores de la misma comunidad y promover la experimentación entre los productores.

El empleo de la encuesta de riego, nos proporcionó extensa y valiosa información acerca del manejo del agua que hace cada productor en su parcela, la posible influencia de los sistemas de labranza en dicho manejo, así como las perspectivas tanto del agua como de la labranza de conservación, en opinión de los productores. Y un aspecto importante, es la confianza que pueda tenernos el productor, confianza que se genera con el trato periódico.

X CONCLUSIONES

- Los productores del área del Bajío hacen *Siembra Directa* en el ciclo PV, para el sorgo; sin embargo, la gran mayoría mantiene una cobertura de residuo muy por debajo del 30% de la superficie sembrada e incluso limpian completamente la parcela de residuo; por lo tanto, los sistemas de siembra (OL y LR) utilizados no son de labranza de conservación.
- Los agricultores reconocen como beneficios de la *Labranza de conservación*, la reducción en costos de preparación de suelo, lo que les permite en cierto grado disminuir sus costos de producción y que ha ayudado a aceptar este sistema con mayor facilidad para el ciclo PV; otro beneficio es el efecto de la cobertura de residuo en la conservación de la humedad residual del suelo por más tiempo, sin embargo, este beneficio no es permanente, pues solo dura un ciclo de cultivo, ya que se practica el barbecho con incorporación del residuo como preparación del suelo para los cultivos de OI. Son aún muy pocos los productores que ya no barbechan para el ciclo OI, y sus experiencias indican que el barbecho no es estrictamente necesario para asegurar un buen desarrollo de los cultivos.
- Aún cuando el concepto de *Labranza de conservación* es conocido por la gran mayoría de los productores, coinciden que la falta de asesoría adecuada genera la confusión en los productores, pues son muchos los factores a tomar en cuenta en los sistemas de labranza de conservación, no solamente implica el uso de la siembra directa. Uno de los factores más importantes es el control de malezas, que puede llegar a ser una limitante en la aceptación del sistema. Otro factor importante es el manejo de los residuos, que en un alto porcentaje se exporta de la parcela, dejando prácticamente descubierta la superficie del suelo y expuesta a los factores erosivos. El productor al no tener asesoría adecuada sobre todo en estos aspectos, puede tener problemas en el manejo del cultivo, lo que ha ocasionado que algunos productores hayan usado *LC* en por lo menos un ciclo de cultivo y decidan no volver a usarlo.

- Realmente el beneficio más importante para los productores es el económico, que podría ser el factor de convencimiento para dirigir a un mayor número de productores hacia la labranza de conservación, y posteriormente irlos involucrando en los demás aspectos técnicos, como son los beneficios ambientales de conservación de humedad y suelo que genera el uso de la labranza de conservación.
- Se puede observar, que el rendimiento del cultivo no refleja necesariamente el potencial del sistema, sino el nivel de aprendizaje que tienen los productores acerca del sistema de labranza.
- Han empezado a observarse problemas muy serios de escasez de agua para los riegos en el Bajío, llegando a suspender el ciclo de cultivo de OI. Sin embargo, el uso de la *LC* no ha modificado el manejo del agua de riego en la parcela, los productores continúan aplicando los mismos volúmenes de agua o los mismos tiempos de riego (en el caso de bombeo), aún cuando el uso del mantillo implica riegos más rápidos y menos prolongados.
- Los agricultores han comenzado a tomar conciencia de este problema y han tratado de hacer inversiones en infraestructura de riego, sobre todo en conducción para reducir pérdidas importantes de agua en esta etapa, ya que la mayoría de los canales de conducción están en malas condiciones, invadidos de maleza, con fisuras en los canales revestidos y gran cantidad de canales sin revestir en la red secundaria, que favorecen las pérdidas por infiltración; esto aunado al deficiente manejo del agua a nivel parcelario. En este caso, los usuarios de agua de bombeo llevan ventaja, ya que son los que han hecho mayores inversiones tanto en rehabilitación de pozos como en tubería de conducción, teniendo miras hacia la tecnificación del riego.
- Las perspectivas en el uso de la *LC* tienden hacia su aplicación en ambos ciclos de cultivo, siempre y cuando se mejore la asesoría en los aspectos claves de este sistema de labranza. Actualmente se está desarrollando un proyecto interinstitucional denominado ASOSID (Agricultura SOstenible basada en la Siembra Directa), que tiene como finalidad promover el Desarrollo y Fomento

Participativo de la Agricultura Sostenible a base de Siembra Directa en el Bajío, sobre la base de una amplia colaboración inter-institucional con organizaciones públicas y privadas, de investigación y desarrollo.

LITERATURA CITADA

- Almeida, F.S. 1985a.** Efeitos alelopáticos da cobertura morta. Plantio direto, Ponta Grossa, III (10):4-5. En: **FAO. 1997.** Manual de prácticas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO Núm. 8.
- Almeida, F.S. 1985b.** Influência da cobertura morta do plantio direto na biología do solo. En: **FAO. 1997.** Manual de prácticas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO Núm. 8.
- Almeida, F.S.; Rodríguez, B.N. y Oliveira, V.F. 1984.** Plantio Direto de Milho: Uso de coberturas mortas como forma de reducir o emprego de herbicidas. En: **FAO. 1997.** Manual de prácticas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO Núm. 8.
- Allmaras, R. R., P.W. Unger and D.E. Wilkins. 1985.** Conservation tillage systems and soil productivity. In: Figueroa, B. y F. J., Morales. 1996. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SAGAR-CP. México, S.L.P. pp. 6.
- Arredondo A., J. J. y L. González C. 1991.** Caracterización de los instrumentos en el área aledaña al CREZAS-CP, y proyecto de mecanización. Tesis Profesional. Chapingo, México. 183 pp. En: Figueroa, B. y F. J., Morales. 1996. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SAGAR-CP. México, S.L.P.
- Arreola, T. J. M. 1996.** Etude et modelisation de l'effet des paillis sur le bilan hydrique: Le cas de semis direct sous paillis au Mexique. México. Pp. 83.
- Buechler, S. y E. Zapata Martelo (editoras) 2000.** Género y Manejo del Agua y Tierra en Comunidades Rurales de México. IWMI, Serie Latinoamericana: No. 14. México, D.F. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua y Colegio de Postgraduados.
- Buhler, D.D. 1998.** Tillage Systems and weed population dynamics and management. Pp: 223-246. En: Rosales R., E. 2000. Conceptos generales sobre manejo de maleza en sistemas de labranza de conservación. <http://www.agecon.okstate.edu>

- Casillas G., J.A. 1999.** Visión del gobierno de Guanajuato para rehabilitar microcuencas hidrográficas. En: IX Congreso Nacional de Irrigación – Simposio 4. Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas. Culiacán, Sinaloa, México, 27-29 de Octubre de 1999.
- CEA. Centro de Estadística Agropecuaria. 1998.** Base de Datos del CEA Preliminares para período. Otoño-Invierno (OI) 1997-1998. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural SAGAR. México, DF. En: Monsalvo-Velázquez, G. 1999. Sostenibilidad de las Asociaciones de Riego en México. IWMI, Serie Latinoamericana: No. 8 México, DF. México. Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- CIMMYT. 1993.** La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. México, D.F.: CIMMYT.
- CIMMYT-CIRAD. 2000.** Diagnóstico integral rápido sobre adopción presente y perspectivas futuras en torno a labranza de conservación en el bajío. Texcoco, México.
- CNA-GASIR. 1990.** Integración de la lluvia normal anual de la República Mexicana (período 1931-1990). México, D. F.
- CTIC. Conservation Tillage Information Center. 1984.** National Survey (of) Conservation Tillage Practices. CTIC. Fortwayne, IN. 137 p. In: Figueroa, B. y F. J., Morales. 1996. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SAGAR-CP. México, S.L.P. pp. 6.
- Dick, W. A. 1983.** Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. Soil Sc. Am. J. 47:102-107. En: Figueroa, B. y F. J., Morales. 1996. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SAGAR-CP. México, S.L.P.
- Dick, W. A. 1984.** Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:569-574. En: Figueroa, B. y F. J., Morales. 1996. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SAGAR-CP. México, S.L.P.

- Duxbury, J. M. 1994.** The significance of agricultural sources of greenhouse gases. Fert. Res. 38:151-153. En: Grageda Cabrera, O. A., Follet, R. F., Mora, M. Y Castellanos, J. Z. 2000. Dinámica del nitrógeno en sistemas bajo labranza de conservación. <http://www.agecon.okstate.edu>
- CEAG. Comisión Estatal del Agua de Guanajuato. 2001.** Estudios Hidrogeológicos y Modelos Matemáticos de los acuíferos del Estado de Guanajuato. CD.
- Erenstein, O. 1996.** Evaluating the potential of conservation tillage in maize-based farming systems in the mexican tropics. NRG Reprint Series 96-01. México, D. F.: CIMMYT.
- Erenstein, O. 1997.** Are Productivity Enhancing, Resource Conserving Technologies a Viable “Win–Win” Approach in the Tropics? The Case of Conservation Tillage in Mexico. NRG Reprint Series, 97-01. México, D. F.: CIMMYT.
- Erenstein, O. 1997-b.** ¿Labranza de conservación o conservación de residuos? Una evaluación del manejo de los residuos en México. NRG Reprint Series 97-02. México, D.F.: CIMMYT.
- Erenstein, O. 1999** ____La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco_ Documento del NRG 99-01 Es. México, D. F.: CIMMYT.
- Erenstein, O. y P. Cadena. 1997.** La adopción de la labranza de conservación en un sistema de cultivo en ladera en Motozintla, Chiapas. Documento del NRG 97-01 Es. México, D.F.: CIMMYT.
- FAO. 1997.** Manual de prácticas, de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO Núm. 8.
- Figuerola, B. y F. J., Morales. 1996.** Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SAGAR-CP. México, S.L.P.
- FIRA. 1990.** El Programa de Usa Racional del Agua, en la Residencia Regional del Centro. FIRA Boletín Informativo Núm. 218, Vol. XXII. 1º. de Agosto de 1990.
- FIRA. 1996.** Labranza de Conservación para una agricultura sustentable: Experiencias y logros de FIRA. FIRA Boletín Informativo Núm. 281, Vol. XXIX. 30 de Abril de 1996.

- FIRA. 1997.** Apuntes del curso Nutrición balanceada en el sistema de Labranza de Conservación. Impartido en el Centro de Desarrollo Tecnológico “Villadiego”, Gto., México.
- FIRA. 1997-b.** Rentabilidad de 15 cultivos anuales financiados en el ciclo agrícola PV/1996-96. FIRA Boletín Informativo Núm. 293, Vol. XXIX. 30 de Abril de 1997.
- FIRA. 1998.** Apuntes del curso sobre Fundamentos básicos del sistema de Labranza de Conservación. Impartido en el Centro de Desarrollo Tecnológico “Villadiego”, Gto., México.
- Flores-López, F. J. y Scott, C. A. 2000.** Superficie agrícola estimada mediante análisis de imágenes de satélite en Guanajuato, México. IWMI, Serie Latinoamericana No. 15. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Grageda-Cabrera, O. A. 1999.** La fertilización nitrogenada en El Bajío Guanajuatense como fuente potencial de contaminantes ambientales. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Tesis de Doctor en Ciencias con especialidad en Biotecnología. México. 160 pp. En: Grageda Cabrera, O. A., Follet, R. F., Mora, M. Y Castellanos, J. Z. 2000. Dinámica del nitrógeno en sistemas bajo labranza de conservación. <http://www.agecon.okstate.edu>
- G. Chávez, R. 1998.** Estado actual del conocimiento del agua subterránea en el estado de Guanajuato. En: Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas. León, Guanajuato, México, 7-9 de Diciembre de 1998.
- Galván C., F. ?. 1998.** La quema de paja o rastrojo en predios agrícolas. Tríptico divulgativo. SDAYR-SAGAR. Gto., México.
- Galván C., F.; M. Guisar F. y V. Vázquez A. 1989.** La reducción en la Labranza como solución al problema del desfase de las fechas de siembra en el patrón trigo-sorgo.
- Garcés Restrepo, C., Sam Johnson III, Gil Levine and Christopher Scott. 1997.** México Irrigation Sector Profile. Texcoco, México: International Water Management Institute (IWMI). In: Buechler, S. y E. Zapata Martelo (editoras) 2000. Género y Manejo del Agua y Tierra en Comunidades Rurales de México.

IWMI, Serie Latinoamericana: No. 14. México, D.F. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua y Colegio de Postgraduados.

García y García, E. 1998. Diagnóstico electromecánico de los sistemas de bombeo de aguas subterráneas en el estado de Guanajuato: Alcance y beneficios. En: Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas. León, Guanajuato, México, 7-9 de Diciembre de 1998.

Hurtado, G. B. 2000. Relación entre la calidad del agua de riego y las características químicas de los suelos en el estado de Guanajuato. Informe final INIFAP-Bajío. Celaya, Gto.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1994. Guanajuato. Panorama Agropecuario. VII Censo Agropecuario, 1991. INEGI. Aguascalientes, México. En: Buechler, S. y E. Zapata Martelo (editoras) 2000. Género y Manejo del Agua y Tierra en Comunidades Rurales de México. IWMI, Serie Latinoamericana: No. 14. México, D.F. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua y Colegio de Postgraduados.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1998a. Estudio hidrológico del estado de Guanajuato. INEGI. Aguascalientes, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1998b. Guanajuato Tabulados Básicos Ejidales por Municipio. INEGI. Aguascalientes, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1998c. Volumen de la producción agrícola según principales cultivos. INEGI.

http://www.inegi.gob.mx/estadistica/espanol/estados/gto/economia/ganaderia/gan_02.html

Jourdain, D., B. Triomphe y J. M. Arreola. 2001. Reporte final del proyecto CIMMYT-FIRA: "Preparando la transición hacia la agricultura sostenible con base en la generación, adaptación y difusión de sistemas de labranza de conservación en México". Documento interno.

Kloezen, W. H. 2000. La viabilidad de los arreglos institucionales para el riego después de la transferencia del manejo en el Distrito de Riego Alto Río Lerma,

México. IWMI. Serie Latinoamericana No. 13. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua.

- Kloezen, W. H., C. Garcés-Restrepo, and S. H. Johnson III. 1997.** Impact assessment of irrigation management transfer in the Alto Río Lerma Irrigation District, México. Research Report 15. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute. In: Levine, G. y C. Garcés-Restrepo. 1999. El desempeño de los sistemas de riego y sus implicaciones para la agricultura mexicana. IWMI, Serie Latinoamericanas No. 11. México, DF., México: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Kloezen, W. H., C. Garcés-Restrepo, and S. H. Johnson III. 1998.** Los impactos de la transferencia del manejo del riego en el distrito de riego Alto Río Lerma, en México. RR-15 Es. Colombo, Sri Lanka: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Kocher, F. 1990.** Labranza de conservación, diagnóstico agronómico y equipos de apoyo. FIRA. Boletín Informativo Núm. 221, Vol. XXIII. 1° de Noviembre de 1990.
- Lal, R. 1995.** Tillage systems in the tropics: Management options and sustainability implications. *Soils Bulletin* 71. FAO, Rome Italy. En: **FAO. 1997.** Manual de prácticas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO Núm. 8.
- Ledezma, G., B. 1998.** Ahorro del agua en el Distrito de Riego 011 "Alto Río Lerma". En: Memoria del 4° Simposio Internacional de Ferti-irrigación. Guadalajara, Jalisco, México, Mayo de 1999.
- Lorenzi, H. 1984.** Inibição alelopática de plantas daninhas. En: **FAO. 1997.** Manual de prácticas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO Núm. 8.
- Mannering J., V. and C. R. Fenster. 1983.** What is conservation tillage? *J. Soil Water Cons.* 38:141-143. In: Figueroa, B. y F. J., Morales. 1996. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SAGAR-CP. México, S.L.P. pp. 6.

- Novelo, G.M. 1998.** La modernización del riego. Base de una agricultura competitiva y sustentable. Boletín Informativo Núm. 303. FIRA. Banco de México. 72 p.
- Ortega G., M. A. 1998.** Abatimiento del agua subterránea en el acuífero de Laguna Seca, Guanajuato y sus implicaciones en el ámbito urbano, agrícola e industrial. En: Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas. León, Guanajuato, México, 7-9 de Diciembre de 1998.
- PEHG. Plan Estatal Hidráulico de Guanajuato 2000-2025. 1999.** Fase I: Diagnóstico de la situación hidráulica del estado de Guanajuato, Fase II: Estrategia estatal en materia de agua.
- Radosevich, S., J. Holt, and C. Ghera. 1997.** Weed Ecology: Implications and Management. Second Ed. John Wiley and Sons. New York. En: Rosales E. 2000. Conceptos generales sobre manejo de maleza en sistemas de labranza de conservación. <http://www.agecon.okstate.edu>
- Rosales R., E. 2000.** Conceptos generales sobre manejo de maleza en sistemas de labranza de conservación. <http://www.agecon.okstate.edu>
- SAGAR-INIFAP. 1996.** Guía para cultivar sorgo en Guanajuato. Campo Experimental Bajío, Gto., México.
- Scopel, E. y E. Chávez, G. 1996.** Efectos de labranza de conservación sobre el balance hídrico del cultivo de maíz de temporal: Avances de investigación en Ciudad Guzmán, Jalisco. México, D.F.: CIMMYT/CIRAD-CA/INIFAP. En: Erenstein, O. 1999. La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco. Documento del NRG 99-01 Es. México, D. F.: CIMMYT.
- Tamayo, E.L.M. 1991.** La maleza y su manejo integrado en México. pp: 133-153 . En: Rosales E. 2000. Conceptos generales sobre manejo de maleza en sistemas de labranza de conservación. <http://www.agecon.okstate.edu>
- Tripp, R. y H.J. Barreto. 1993.** Estimación aproximada de la cantidad de rastrojo de maíz sobre el suelo. Material de capacitación inédito. México, D.F.: CIMMYT. En: Erenstein, O. 1999. La conservación de residuos en los sistemas de producción de

maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco__Documento del NRG 99-01 Es. México, D. F.: CIMMYT.

Unger, P. W., Jones, O. R. y Laryea, K. B. 1995. Sistemas de labranza y prácticas de manejo de suelos para diferentes condiciones de tierras y climas. En: **FAO. 1997.** Manual de prácticas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO Núm. 8.

Vuelvas C., M. A. y J. M. Arreola T. 1993. Tecnificación del riego superficial en trigo y cebada. En: Memoria II Reunión “La modernización del uso del agua en la agricultura de Guanajuato. Tecnología disponible. Jaral del Progreso, Gto., México. Noviembre 26, 1993.

Vuelvas C., M. A.; J. M. Arreola T. y R. Chacón M. 1993. Estrategia Integral: Uso racional del agua. 1º Ciclo. Informe Final 0/I 92/93. Celaya, Gto., México.

Wester, Philippus, Boris Marañón Pimentel and Christopher Scott. 1999. “Institutional Responses to Groundwater Depletion: The Aquifer Management Councils in the State of Guanajuato, México”. Trabajo presentado en el Simposio Internacional sobre Manejo Integrado del Agua en la Agricultura. Gómez Palacio, México. Junio 16-18. In: Buechler, S. y E. Zapata Martelo (editoras) 2000. Género y Manejo del Agua y Tierra en Comunidades Rurales de México. IWMI, Serie Latinoamericana: No. 14. México, D.F. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua y Colegio de Postgraduados.

Whiteford, Scott, Francisco A. Bernal, Heliodoro Díaz Cisnero, and Esteban Valtierra-Pacheco. 1998. “Arid-Land *Ejid*os: Bound by the Past, Marginalized by the Future”. In: Buechler, S. y E. Zapata Martelo (editoras) 2000. Género y Manejo del Agua y Tierra en Comunidades Rurales de México. IWMI, Serie Latinoamericana: No. 14. México, D.F. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua y Colegio de Postgraduados.

DR. LAKSMI R. KRISHNAMURTY. Ph. D. en Ecología de la Universidad de Saurashtra, India

Fundador y Director del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), México. Ha jugado un papel clave en el diseño curricular e implementación de un nuevo programa de postgrado en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, dentro del marco del Sistema de Postgrado de la Red de Formación Ambiental del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en la UACH.

Coordinador general del curso Internacional de entrenamiento sobre Agroforestería para el Ecodesarrollo bajo el auspicio del PNUMA y de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y la UACH.

Distinguido como miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) por el CONACyT desde 1985.

Autor de numerosas publicaciones internacionales, destacando la última “Agroforestería Básica”, publicada en 1999, dentro de la Serie de Textos básicos para la formación ambiental No. 3 del PNUMA.

DR. BERNARD L. TRIOMPHE. Ing. Agrónomo del INA-PG (Francia), Ph. D. en Agronomía de la Universidad de Cornell (EE.UU.)

Especialista en sistemas de producción y en investigación participativa, es investigador del Programa Agroecosistemas cultivados del CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), Francia y del Programa de Recursos Naturales del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).

Ha diseñado y es actualmente coordinador del Proyecto ASOSID (Agricultura Sostenible basada en la Siembra Directa), el cual promueve el Desarrollo y Fomento Participativo de la Agricultura Sostenible basada en la Siembra Directa en el Bajío, sobre la base de una amplia colaboración Inter.-institucional con organizaciones públicas y privadas, de investigación y de desarrollo.

DR. JESÚS MANUEL ARREOLA TOSTADO. Ing. Agrónomo especialista en Irrigación de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” de Saltillo, Coah., México (1983). Maestría en Ciencias en Hidrociencias por el Colegio de Postgraduados de Montecillo, Estado de México, México (1990). Diploma de Estudios a profundidad en Ciencias del Agua para el Ambiente Continental por la Universidad de Montpellier II, Francia (1996). Doctor en Geografía y Climatología Física por la Universidad de Bourgogne, Francia (2000).

Especialista en Riego y Drenaje Agrícola, con experiencia en conservación de suelos, sostenibilidad de agro ecosistemas, hidrología de cuencas y modelaje de procesos biofísicos. Desde Noviembre de 1983 a la fecha, funge como investigador del Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que tiene su sede en Celaya, Gto. México.

Actualmente, colabora en el proyecto interinstitucional ASOSID (Agricultura Sostenible basada en la Siembra Directa), en donde se tiene un esquema participativo para la generación, desarrollo, fomento, adaptación y adopción de prácticas agrícolas que permitan elevar la rentabilidad y dar sostenibilidad agro ecológica a la siembra de granos en el Bajío Guanajuatense. Su función dentro del proyecto es la de coordinar las actividades del eje de investigación (hasta Mayo del 2002). Asimismo, se desempeña como líder regional de investigación en Labranza de Conservación del INIFAP en el Centro de México (Estados de Guanajuato, Querétaro, Tlaxcala, Puebla, México, Morelos, DF e Hidalgo).

ANEXO I

Ubicación geográfica de Guanajuato



El estado de Guanajuato se encuentra ubicado en el centro del país, rodeado por los estados de: San Luis Potosí hacia el norte, Querétaro al este, Michoacán al sur y Jalisco al Oeste, ocupando el vigésimo segundo lugar entre las entidades del país en cuanto a extensión territorial.

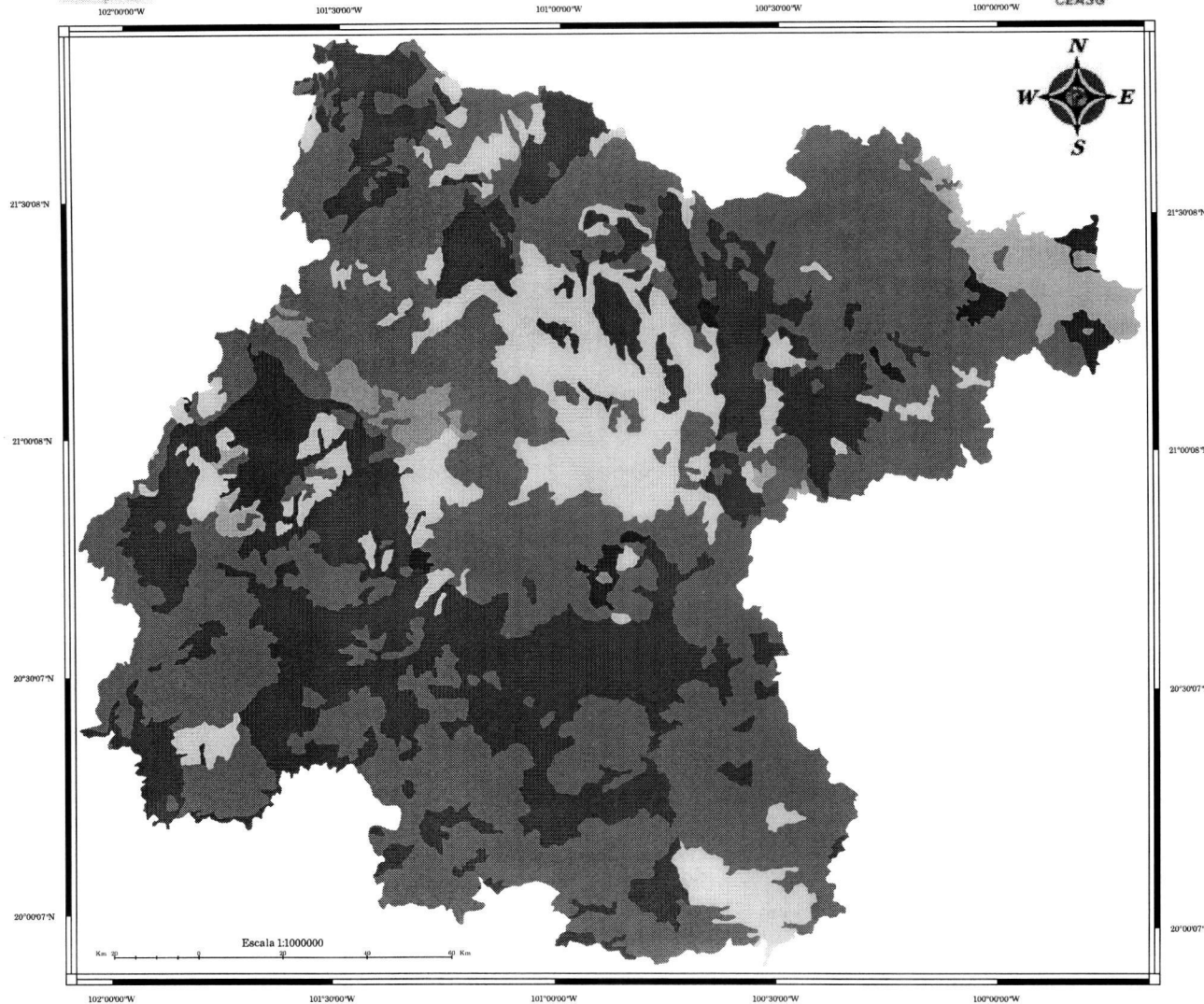
Sus coordenadas extremas son 19°55'18" y los 21°52'09" de latitud norte y los 102°05'07" y 99°39'06" de longitud oeste.

Su estratégica localización geográfica le permite tener una rápida comunicación terrestre con las principales ciudades del centro del país: Distrito Federal, Toluca, Pachuca, Querétaro, Morelia, Guadalajara, Aguascalientes, Zacatecas y San Luis Potosí.



Fuente: CODEREG, Sistema Estatal para la Planeación (SIP), 1998

Geología de Guanajuato



Descripción

Geología del Eje Neovolcánico:

La parte sur del Estado correspondiente al Eje Neovolcánico presenta un afloramiento principalmente de rocas volcánicas de tipo basáltico de color negro fracturadas, las cuales provienen de grandes aparatos volcánicos de forma cónica que constituyen algunos de los cerros más prominentes de la zona. La edad de estas rocas pertenece al Terciario Superior-Cuaternario.

Los altos valles del norte del Estado están ocupados por grandes rellenos aluviales y lacustres formados por gravas, arenas y arcillas que le dieron a la región el aspecto de grandes planicies.

Los amplios valles intermontañosos que constituyen la región del Bajío están rellenos por sedimentos aluviales y lacustres formados por gravas, arenas y arcillas que tienen espesores de cientos de metros, los cuales fueron depositados durante el Terciario Superior-Cuaternario.

Geología de la Mesa Central:

La Mesa Central está constituida principalmente por rocas volcánicas de tipo riolítico que se presentan como tobas suaves de color gris rosado claro y como ignimbritas duras de color café rojizo.

Las rocas riolíticas constituyen las principales elevaciones de la zona, tendiendo a formar altas mesetas por la manera en que fueron depositadas como lluvia de cenizas, algunas tan calientes que llegaron a soldarse formando ignimbritas.

La edad de las rocas riolíticas pertenece al Terciario Medio y Superior, y su espesor es de varios cientos de metros. La edad de los depósitos aluviales y lacustres de la Mesa Central pertenece al Terciario Superior y Cuaternario, y su espesor es de varios cientos de metros.

Dentro del ámbito de la Mesa Central se encuentra la Sierra de Guanajuato, la cual es una cordillera montañosa de dirección noroeste-sureste.

La estructura geológica de la sierra de Guanajuato está formada por un núcleo integrado por rocas intrusivas de tipo granítico y granodiorítico que levantaron a las capas que las cubrían provocando metamorfismo y emplazando yacimientos minerales, los cuales aún se explotan.

Estas rocas son del Terciario y su espesor se desconoce pero puede ser de varios cientos de metros. Cubriendo a las rocas intrusivas descritas, se observan grandes afloramientos de rocas metamórficas representados por esquistos y gneis de color gris verdoso, los cuales son el resultado del calor y la presión a la que fueron sometidas las calizas arcillosas de origen marino que se vieron afectados por el cuerpo intrusivo.

Descansando sobre las rocas metamórficas e inclusive sobre el propio intrusivo, se observan en la zona extensos afloramientos de conglomerados rojos, los cuales están formados por fragmentos semirredondeados embebidos en una matriz formada por limolitas y lutitas de color rojo, los cuales también fueron afectados por el cuerpo intrusivo. Su edad pertenece al Terciario inferior y su espesor en la localidad tipo en el área urbana de la ciudad de Guanajuato es de 1,500 mts.

Descansando sobre la secuencia descrita se observan grandes depósitos de rocas riolíticas de color gris rosado y café rojizo, las cuales tienden a formar extensas mesetas y que además ocupan las partes más elevadas de la Sierra de Guanajuato.

Geología de la Sierra Madre Oriental:

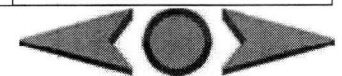
La Sierra Madre Oriental está formada por una serie de pliegues anticlinales y sinclinales de dirección noroeste-sureste coincidente con el rumbo general de la Sierra Madre Oriental, paralela a la zona del Golfo de México.

Las rocas que predominan en esta zona son sedimentarias de origen marino representadas por calizas, lutitas y areniscas en capas bien estratificadas que se presentan intensamente plegadas dando lugar a estructuras geológicas muy complejas.

Por la susceptibilidad de estas rocas a ser disueltas por el agua de lluvia al infiltrarse pueden desarrollarse sistemas cársticos, posiblemente en la porción nororiental, donde los afloramientos son más extensos y en donde las condiciones estructurales permitan llegar a formar acuíferos.

Simbología

	Alternancia de rocas Clásticas-Químicas		Rocas Igneas Intrusivas
	Rocas sedimentarias Clásticas		Rocas Sedimentarias Químicas
	Rocas Igneas Extrusivas		Rocas Metamórficas
			Suelos



Fuente: CEASG, Cartas INEGI, 1977

Edafología de Guanajuato



Descripción

Mesa del Centro:
Llanuras; Suelos derivados de aluviones depositados por la erosión eólica e hídrica, generalmente tipos xerosol háplico y feozem háplico.
Sierras; suelos feozem lúvico y háplico que se intercalan con suaves litosoles que han sido afectados fuertemente por la erosión.

Los feozem háplicos se caracterizan por una suave capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, y aunque no son los mejores para la práctica agrícola, si se les considera aptos.
Representan el 31.4 % de los suelos del Estado.
El drenaje interno es bueno si no tienen presencia de alguna arcilla en el subsuelo.

Eje Neovolcánico:
Zonas planas o semiplanas; suelos más frecuentes son el vertisol pélico en las semiplanas.
Pendientes moderadas; Son frecuentes los feozem lúvicos y pélicos.

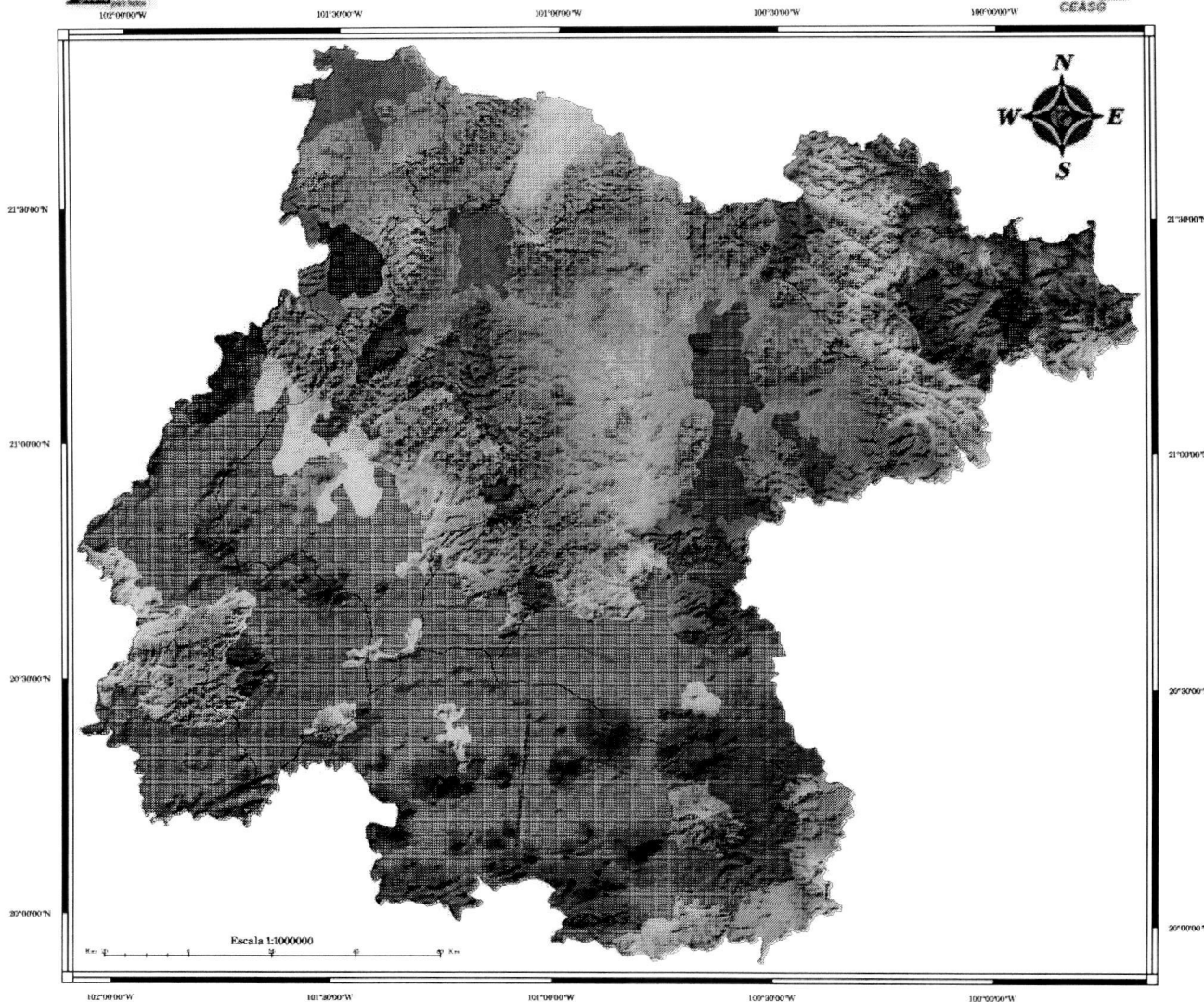
Los litosoles por su poca profundidad son útiles para la agricultura y el pastoreo. Los litosoles asociados con feozem háplico en las sierras, pueden utilizarse con fines pecuarios y forestales. El drenaje interno es bueno.

Sierra Madre Oriental:
Los tipos más comunes de suelos son: Rendiza, litosol, feozem, regosol, luvisol.

El vertisol pélico representa el 33.65 % de los suelos del Estado y por sus características físicas se les clasifica como suelos pesados, su drenaje interno es muy lento, pero tienen gran capacidad de retención de humedad. Su explotación frecuentemente es agrícola.

Simbología

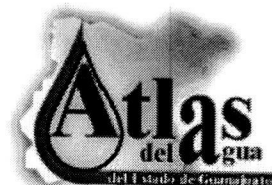
	Cambisol Eutrico Be		Xerosol Háplico Xh
	Castanosol Cálxico Kk		Vertisol Cromico Vc
	Feozem Háplico Hh		Vertisol Pélico Vp
	Fuozem Lúvico Ll		Vertisol Cromico Vc
	Litosol l		Rendiza E
	Luvisol Cromico Lc		Regosol Eutrico Be
	Luvisol Órtico Lo		Planosol Mólico Wm
			Cuencas



Fuente: CEASG, Cartas INEGI, 1977

Relieve: Modelo digital de terreno, CODEREG, 1995

Provincias Fisiográficas en las que se ubica Guanajuato



Descripción

Eje Neovolcánico:

La porción sur del Estado pertenece a esta provincia fisiográfica, y está caracterizada por un típico paisaje volcánico donde coexisten mesetas formadas por colados de lava, altos aparos volcánicos de forma cónica, con extensos valles intermontañosos que están ocupados por grandes espesores de sedimentos lacustres.

Algunas de las montañas más altas de esta provincia son los cerros Los Rostillos y las Siete Cruces al sureste de Jerécuaro con 3,180 y 3,060 m.s.n.m., respectivamente; el cerro Cuevas de Moreno al sureste de Salvatierra con 2,680 m.s.n.m. y el cerro de El Cullacán con 2,850 m.s.n.m. al sur de Cortazar.

El nivel de los valles decrece conforme al flujo de la corriente principal del río Lerma.

En el valle de Acámbaro, en el extremo suroriental del Estado, el nivel del terreno es de 1,850 m.s.n.m. y en el extremo occidental del valle de Pénjamo, cerca de la Piedad Cabadas, el nivel del terreno es de 1,670 m.s.n.m.

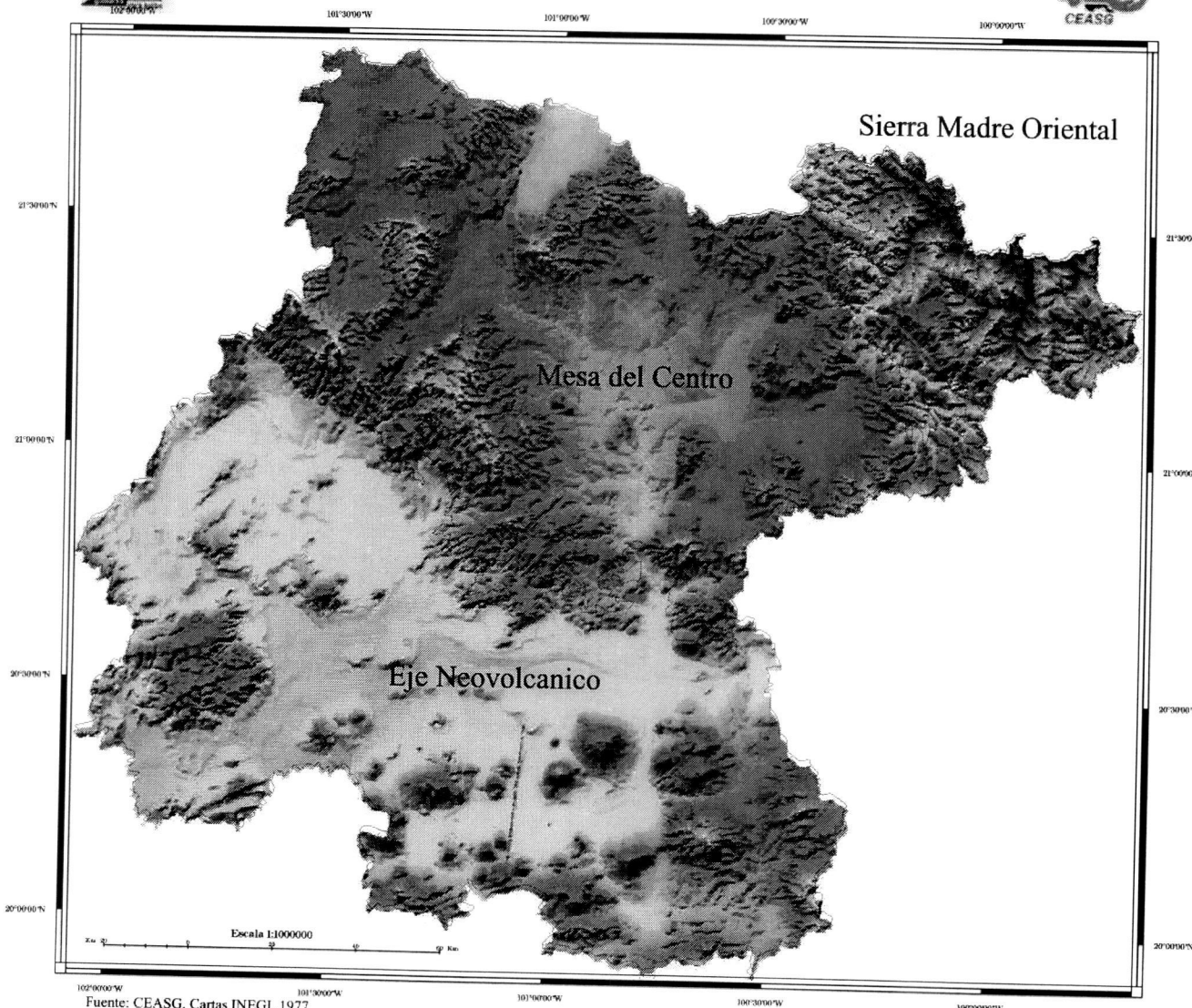
Mesa del Centro:

Comprende la porción norte del Estado en la zona de sierras y llanuras incluyendo la sierra de Guanajuato. Es una zona de gran variedad morfológica ya que existen tanto extensas llanuras como importantes sistemas montañosos formados por rocas ígneas, intrusivas y extrusivas y rocas metamórficas.

Sierra Madre Oriental:

Se ubica en el extremo nororiental del estado y ocupa una pequeña área denominada Cerro Huasteco en donde destaca una morfología de sierras y cañones escarpados, constituidos en su mayoría por rocas sedimentaria que fueron plagadas por procesos endógenos afines del Cretácico, dando como resultado estructuras anticlinales y sinclinales en los cuales ocurren recumbencias y cabalgaduras. Hacia el poniente las rocas sedimentarias marinas están cubiertas por grandes espesores de rocas volcánicas de tipo riolítico. Aunque la zona es muy abrupta y montañosa, las elevaciones no son muy importantes dado que se localizan en la cuenca del río Pánuco el cual deciente rápidamente hacia la costa del golfo de México. Los cerros más altos tienen elevaciones entre los 2,000 y 2,500 m.s.n.m. Los valles y terrenos planos aptos para la agricultura son pocos y de dimensiones reducidas.

Simbología



Fuente: CEASG, Cartas INEGI, 1977

Relieve: Modelo digital de terreno, CODEREG, 1995

Temperaturas promedio en Guanajuato

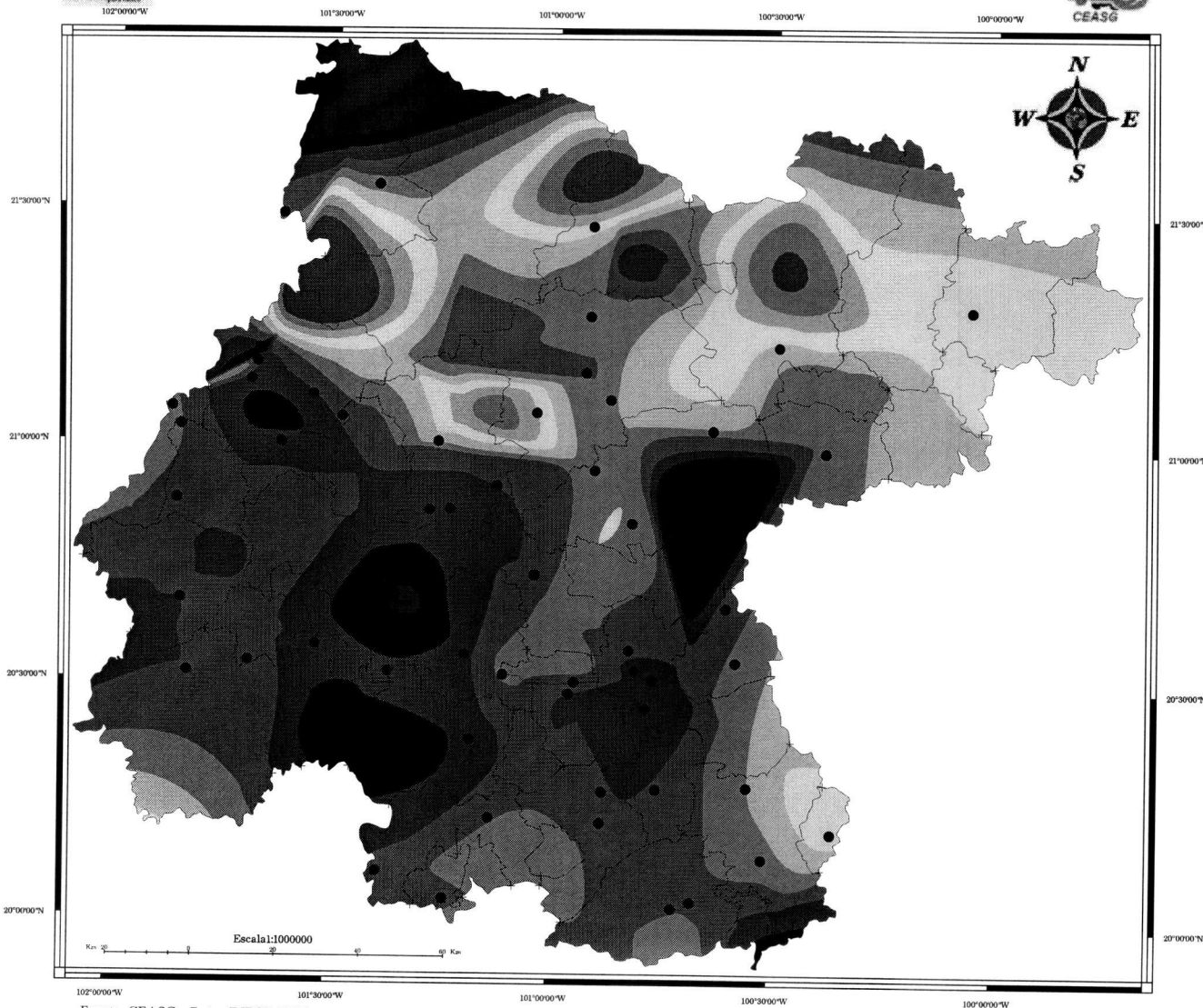
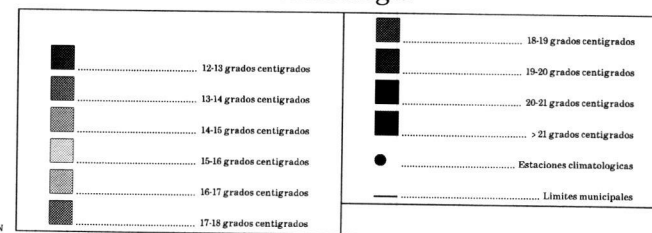


Descripción

La temperatura media anual fluctúa entre los 15 y 23 grados centígrados, la temperatura máxima de 19 a 26 grados centígrados y la temperatura mínima de 12 a 20 grados centígrados.

La distribución espacial (promedio) de la temperatura en la entidad varía de 14 a 18 grados centígrados en la mayor parte del norte, en el sur varía de 18 a 20 y en el extremo noreste de la sierra madre oriental, entre 20 y 22 grados.

Simbología



Fuente: CEASG, Cartas INEGI, 1977



Climatología de Guanajuato



Descripción

En Guanajuato se presentan variaciones de los grupos de climas secos y templado.

Características del clima seco: Su elevada evaporación excede a la precipitación, el porcentaje de precipitación invernal varía entre el 5 y 10 por ciento. La subdivisión que prevalece en el Estado es; seco templado, semiseco templado y semiseco semicálido.

Características del clima templado: Alta precipitación. La subdivisión es; semicálido subhúmedo, templado subhúmedo y semifrío subhúmedo.

En las zonas donde prevalece el clima templado, el cual abarca aproximadamente el 23% de la superficie de la entidad, se presenta una mayor precipitación ya que tan solo en el mes más seco se registran valores de hasta 40 mm, mientras que la lluvia invernal varía desde 5 y hasta un 10% de la lluvia anual.

Clasificación de climas y municipios que abarcan:

Seco Templado;Jaral de Berrios

Semiseco Templado;San Felipe, Ocampo, Dolores Hidalgo, San Luis de la Paz, San Miguel de Allende, San José Iturbide y San Diego de la Unión.

Semiseco Semicálido;Silao, León, San Francisco del Rincón, Oeste de Celaya, Apaseo el grande, Villagrán y Comonfort.

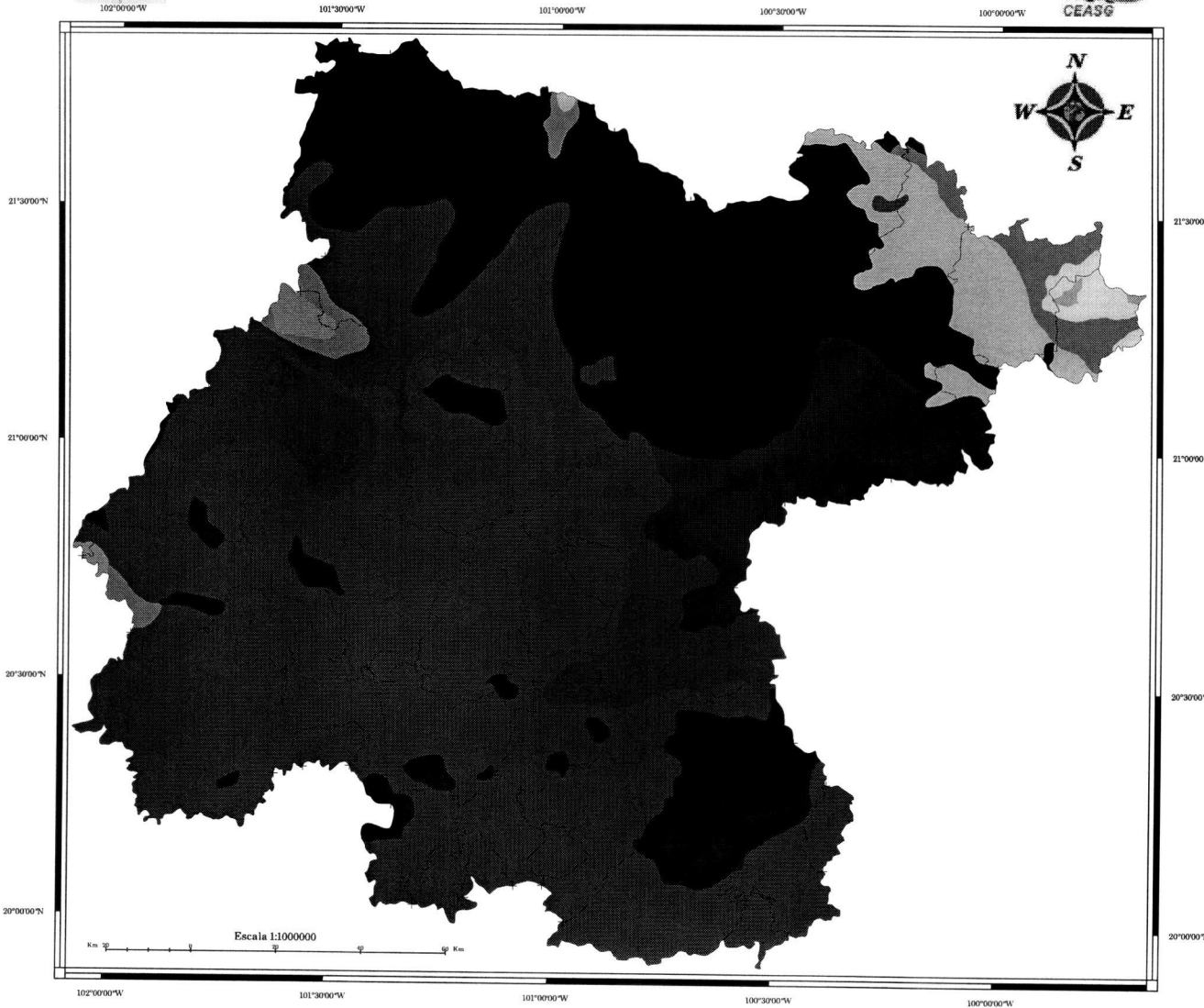
Semicálido Subhúmedo;Manuel Doblado, Irapuato, Salamanca, Huanimaro, Moroleón, Valle de Santiago, Santa Cruz de Juventino Rosas, Salvatierra, Acámbaro y San Francisco del Rincón.

Templados Subhúmedos;En la sierra y ciudad de Guanajuato, Sierra de Pénjamo, Jerécuaro, Coroneo, Sierra de San Isidro, Sierra de Santa Bárbara y al oeste de Xichú.

Semifríos Subhúmedos;Norte de Acámbaro y en las montañas más altas.

Simbología

	 (A)Qw0) (w) Seco lluvia < 5		 Qw2) (w) mas humedo P/T > 55.0
	 (A) Qw0) el mas seco T > 18		 Qw1) Intermedio P/T < 43.2 y 55.0
	 (A)Qw0) el mas seco T > 18		 Qw1) (w) Intermedio P/T < 43.2 y 55.0
	 (A)Qw1) (w) Intermedio lluvias < 5		 Qw0) mas seco P/T < 43.2
	 BS0hw el mas seco /18 y 22		 Qw0) (w) mas seco P/T < 43.2
	 BS0kw el mas seco /12 y 18		 BSI kw(w) menos seco /12 y 18
	 BSI (h) hw menos seco T > 22		 BSI kw menos seco /12 y 18
	 BSI hw (W) menos seco /18 y 22		 División municipal
	 Qw2) humedo P/T > 55.0		



Fuente: CEASG, Cartas INEGI 1977



Zonas de estudio de los acuíferos de Guanajuato



Descripción

La superficie del área de los estudio es de:

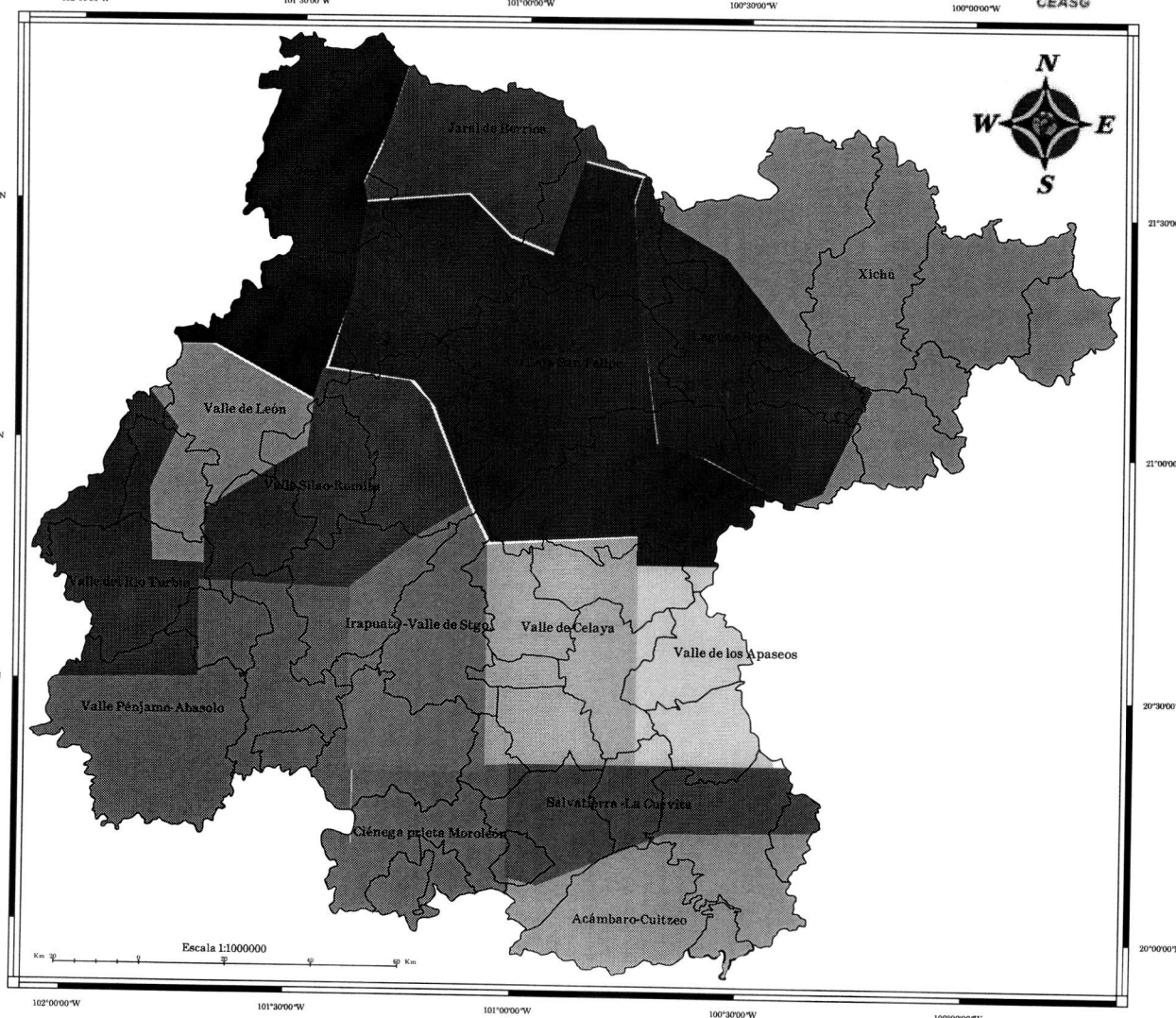
Zona de estudio Silao-Romita: 2,020.6 Km²
 Zona de estudio Valle del río Turbio: 3,203 Km²
 Zona de estudio Pénjamo-Abasolo: 3,425 Km²
 Zona de estudio Valle de los Apaseos: 1,240 Km²
 Zona de estudio Irapuato-Valle de Santiago: 1,683 Km²
 Zona de estudio Valle de León: 1,108 Km²
 Zona de estudio Los Apaseos: 1,240 Km²
 Zona de estudio Río Laja-San Felipe: 4,944 Km²
 Zona de estudio Ciénega Prieta-Moroleón: 1,240 Km²

En general todo el Estado cuenta con mantos acuíferos, que por las diferentes demandas se han visto intensamente explotados.

La zona del Bajío por contar con un gran asentamiento poblacional, así como el gran desarrollo de la actividad agropecuaria e industrial, es la zona con mayor déficit.

En la zona norte del Estado se presentan niveles del orden de 280 mts., aproximadamente, lo cual hace muy costosa su extracción y como consecuencia dificulta el desarrollo de los municipios que se encuentran asentados en la zona.

Simbología



Fuente: CEASG, 1999

Precipitación media de Guanajuato



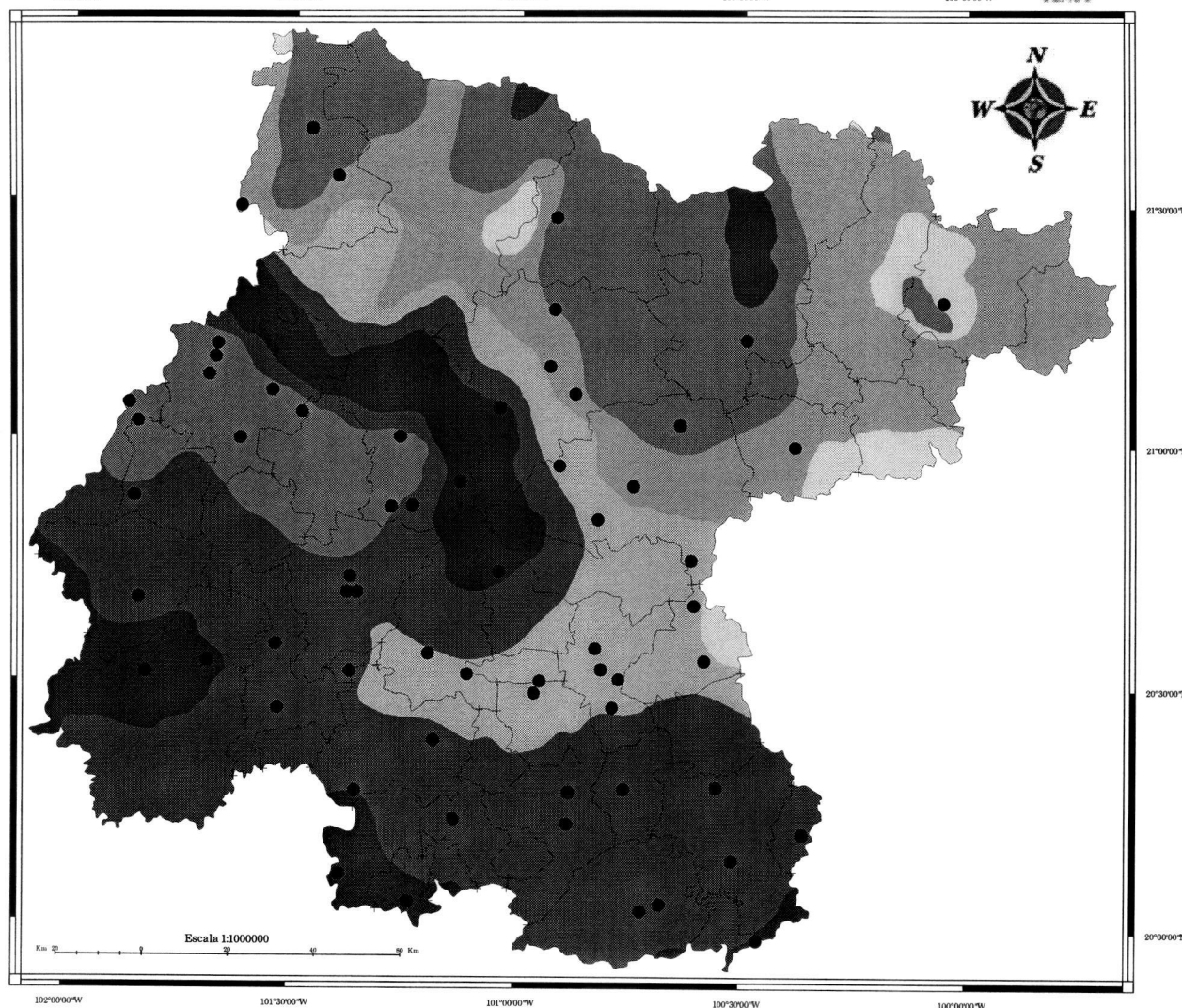
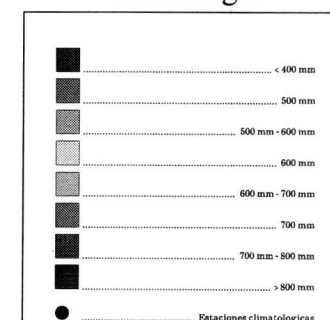
Descripción

La precipitación media anual varía entre los 400 y 800 mm, con un promedio anual de 620 mm anuales en la cuenca del Lerma y de 696mm a nivel estatal.

Distribución espacial de la lluvia (promedio anual):
Norte: 400-600 mm.
Centro y sur: 600-800 mm.
Sierras del estado: 800 mm.

Distribución temporal:
más del 80% de la lluvia ocurre en los meses de junio a septiembre,
12% en abril, mayo y octubre y
8% en enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre.

Simbología



Fuente: CEASG, Cartas INEGI, 1977



Demanda de agua para riego



Descripción

Existen 172 obras de agua superficial de regular tamaño que en total almacenan alrededor de 450 millones de metros cúbicos, irrigan 50,000 has. y benefician a 17,000 usuarios, más 250 pequeñas obras que riegan 15,000 ha. también se cuenta con la operación de 6,213 pozos que constituyen URDERALES.

La eficiencia global promedio en el uso del agua dentro del sector es de 33%.

El 35.65% de la superficie del estado tiene suelos de tipo suelos de tipo vertisol pélico y en su mayoría son aprovechados para uso agrícola.

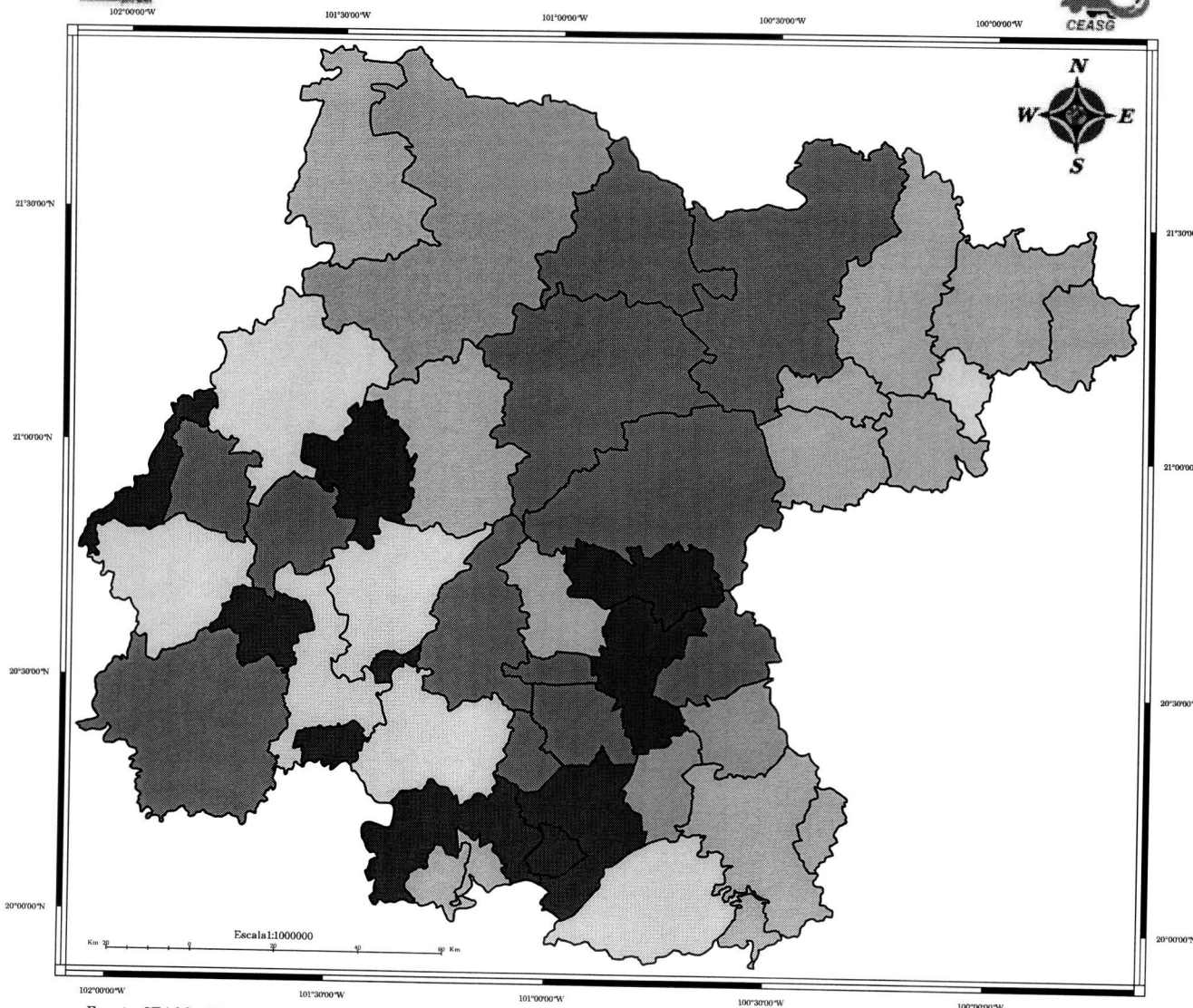
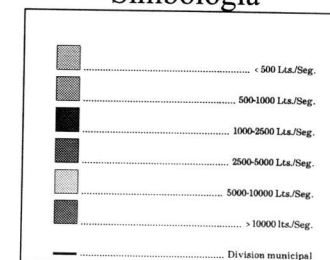
De acuerdo a los porcentajes de uso de suelo, es evidente que Guanajuato sigue siendo un estado eminentemente agrícola.

En Guanajuato, el desarrollo de la actividad agrícola bajo la modalidad de riego requiere grandes cantidades de agua subterránea.

La operación de los 13,500 pozos de uso agrícola se traduce en gran demanda de energía eléctrica con fines de riego.

Los suelos en donde se asientan la mayor parte de la agricultura de riego (centro y sur del estado) favorecen el desarrollo de esta actividad dada sus características físicas (estructura, textura e hidrodinámica).

Simbología



Fuente: CEASG, 1999

Uso del suelo en el estado

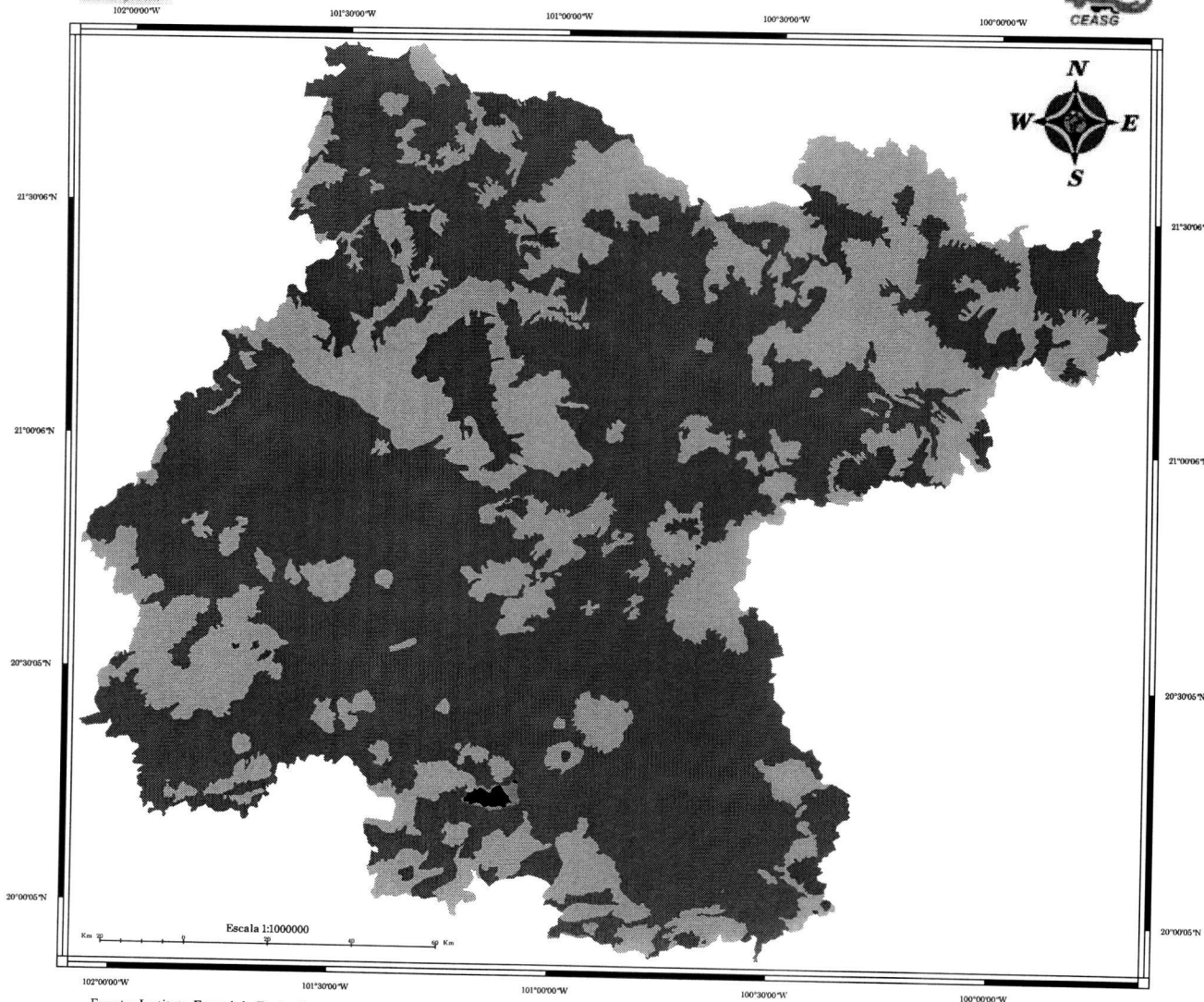


Descripción

Clasificación de los diferentes usos del suelo:
 Agrícola: 1,254,097 has.
 Pecuario: 1,049,073 has.
 Forestal: 336,500 has.
 Otros usos: 409,430 has.

Simbología

	 Agricultura de riego y temporal
	 Pecuario
	 Forestal maderable
	 Acuicultura
	 Cuerpo de agua



Fuente: Instituto Estatal de Ecología



This is a detailed topographic map of the state of Chiapas, Mexico, focusing on the drainage basin of the Usumacinta River. The map uses shaded relief to represent elevation, with darker areas indicating higher terrain. Major cities and towns are labeled, including San Antonio, La Llave, El Comal, El Coyote, El Salitre, and San Bartolo. The map also shows the Rio Laja, Rio Turbio, Rio Lerna, and Rio Usumacinta. A scale bar at the bottom indicates a scale of 1:100,000, and a compass rose in the top right corner shows North. The map is framed by latitude and longitude coordinates.

El Pánuco se subdivide en las subcuencas del Tamuín y Moctezuma (cuenca del Santa María). Se conforman de ríos y arroyos que nacen en la Sierra Gorda. En general estos ríos fluyen hacia el norte por cañadas profundas y valles angostos, sobre terrenos abruptos de fuerte pendiente. El río San Bartolo, afluente del río Tamuín, en el municipio de San Felipe, es el único que fluye por un valle más amplio y un terreno menos abrupto.

Área urbana
 Cuerpos de agua
 Casceros
 Límites municipales
 Ríos principales



Evaporación potencial

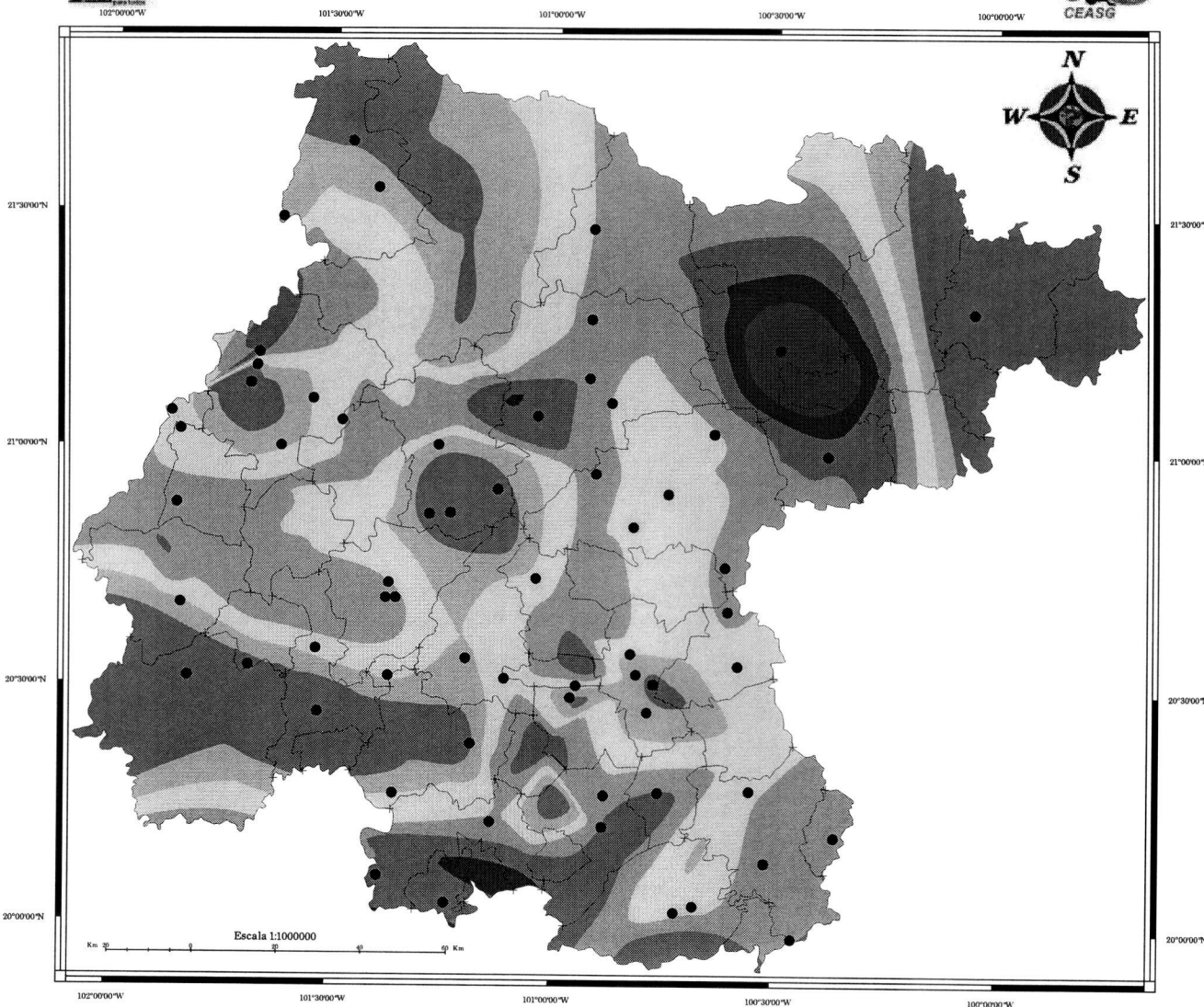
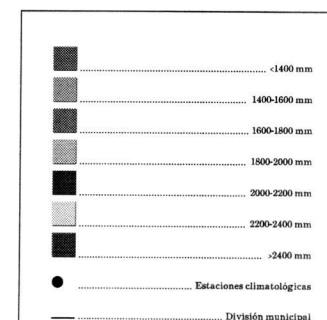


Descripción

Evaporación media anual: 2,311 mm.

Volumen potencial evaporado anual:
49,554 millones de metros cúbicos.
En el Estado se tienen alrededor de 226,961 has de espejos de agua, de los cuales considerando el promedio de evaporación media obtenemos un volumen evaporado estimado de 5.24 millones de metros cúbicos, equivalentes a la demanda de una población cercana a los 70,000 habitantes con una dotación de 200 lts/h/día.

Simbología



Fuente: CEASG, Cartas INEGI, 1977



Orografía del Estado



Descripción

En la provincia de la mesa del centro los valles están rellenos por sedimentos granulares de origen lacustre. La máxima elevación se encuentra en el cerro de La Giganta al noroeste de la ciudad de Guanajuato con 2,960 m.s.n.m. Otras elevaciones importantes son la sierra de El Cubo con 2,880 m.s.n.m. y la sierra de Santa Bárbara con 2,870 m.s.n.m. al oriente y poniente de San Felipe, respectivamente.

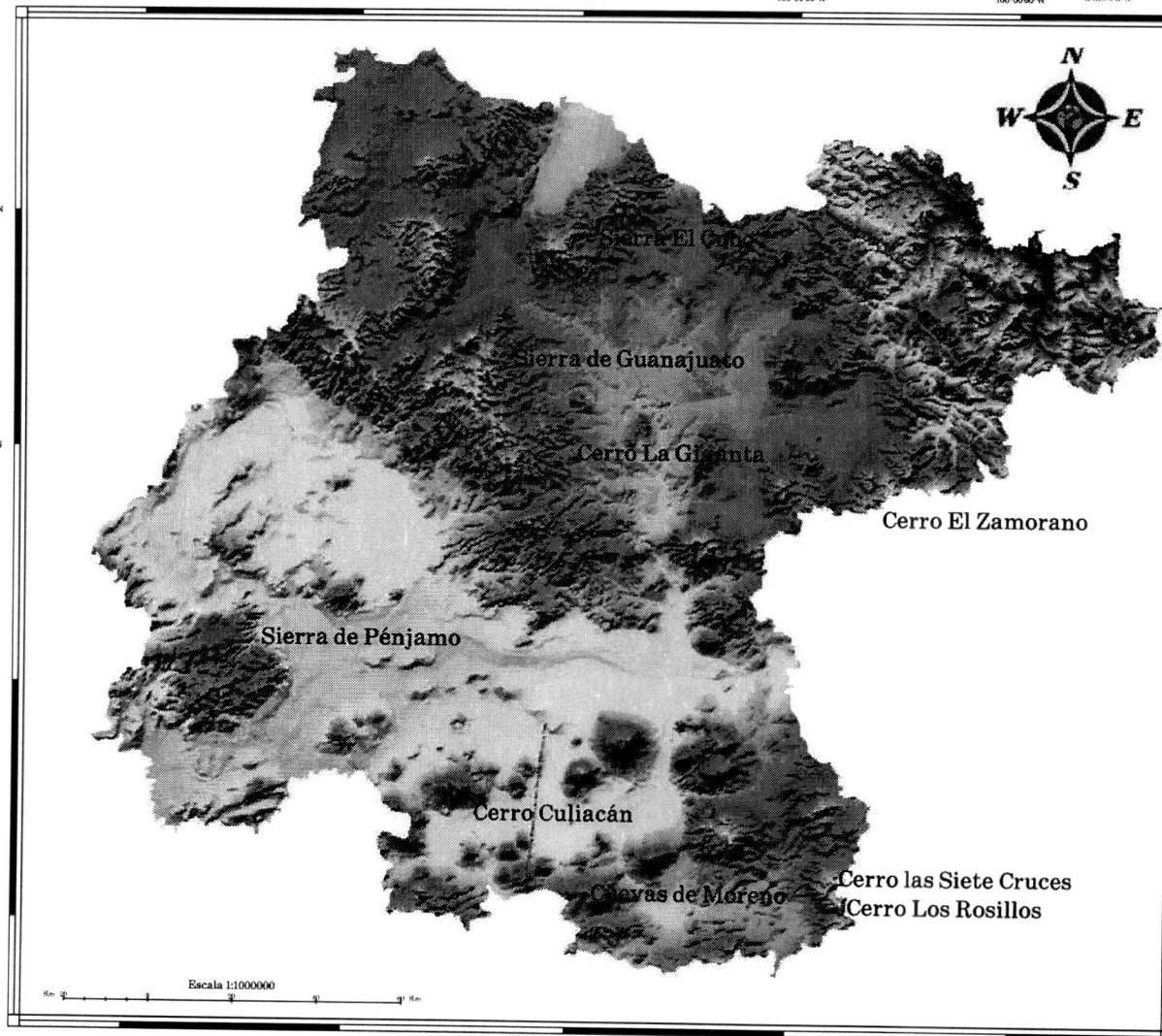
En la sierra madre oriental se encuentran zonas montañosas muy abruptas, las elevaciones no son muy importantes dado que se localizan en la cuenca del río Pánuco el cual desciende rápidamente hacia la costa del Golfo de México. Los cerros más altos tienen elevaciones entre los 2,000 y 2,500 m.s.n.m. Los valles y terrenos planos aptos para la agricultura son pocos y de dimensiones reducidas.

En la Sierra Madre Oriental, debido a sus características topográficas demasiado abruptas, la agricultura se practica en proporciones muy bajas y el riego con aguas subterráneas es prácticamente inexistente. La recarga que se lleva a cabo en la zona montañosa de la sierra por infiltración de agua de lluvia, se descarga en su totalidad en grandes manantiales que forman el flujo base de los grandes ríos de la zona, los cuales son afluentes del río Pánuco.

Algunas de las montañas más altas en la provincia fisiográfica del eje neovolcánico son los cerros Los Rosillos y las Siete Cruces al sureste de Jerécuaro con 3,180 y 3,050 m.s.n.m., respectivamente; el cerro Cuevas de Moreno al sureste de Salvatierra con 2,680 m.s.n.m. y el cerro de Culiacán con 2,850 m.s.n.m. al sur de Cortazar. El nivel de los valles decrece con forme al flujo de la corriente principal del río Lerma. En el valle de Acámbaro, en el extremo suroriental del estado, el nivel del terreno es 1,850 m.s.n.m. y en el extremo occidental del valle de Pénjamo, cerca de La Piedad Cavadas, el nivel del terreno es de 1,670 m.s.n.m.

Simbología

-----	Provincias fisiográficas
-----	Cuenclas



Fuente: CEASG, Cartas INEGI, 1977
Relieve: CODEREG Diciembre 1999

Vegetación de Guanajuato



Descripción

El matorral crasicaule se encuentra distribuido en su mayoría hacia el noreste y noroeste, también en zonas planas. La selva baja caducifolia se localiza en las pequeñas elevaciones existentes al sureste y soroeste.

El pastizal ocupa las áreas tanto planas como pequeñas elevaciones hacia el noroeste.

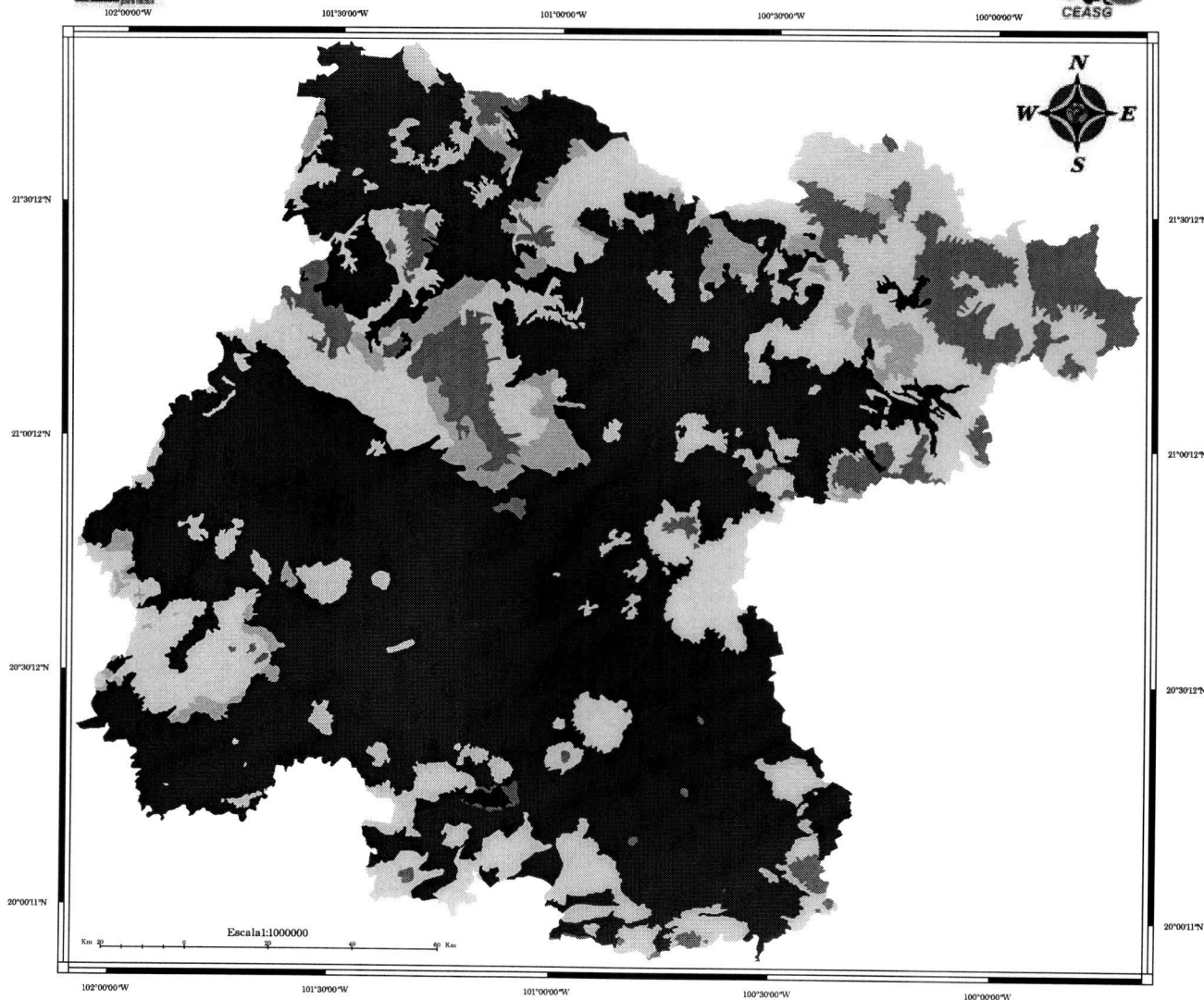
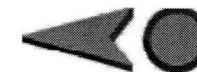
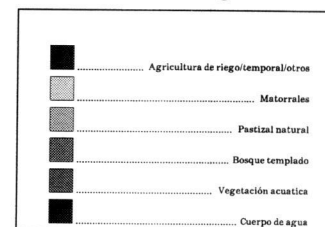
Los bosques forman manchones en las partes altas del estado y principalmente se les puede ver hacia el noreste del estado y en los alrededores de la ciudad de Guanajuato.

La agricultura aumenta por presentar pendientes menores al 8 %, por lo tanto el pastizal y el matorral disminuyen, los bosques se mantienen constantes ya que las condiciones de pedregosidad, donde se encuentra este tipo de uso, no facilita la agricultura.

Tipos de vegetación y superficie que ocupan:

Bosque: 237,202 hectáreas
Matorral: 857,665 hectáreas
Pastizal: 150,006 hectáreas
Para un total de 1,244,873 hectáreas en todo el estado.

Simbología



Fuente: Instituto Estatal de Ecología 1997

ANEXO II

Cuadro 18 Características de los 11 módulos del Distrito de Riego 011 “Alto Río Lerma”

Módulo	Área (Ha)			Ejidos (no.)	N° de usuarios			Área según fuente de riego (ha)				Red de riego (Km.)			Red de drenaje (Km.)		
	Sector ejidal	Prop. privada	Total		Sector ejidal	Pequeños propiet.	Total	Gravedad	Pozos oficiales	Pozos partic.	Total	Red mayor	Red menor	Total	Drenes princip.	Drenes secun.	Total
Acámbaro	6,545	2,304	8,849	23	1,622	308	1,930	6,727	257	1,724	8,708	43	101	144	28	96	123
Salvatierra	13,561	2,336	15,897	44	5,082	972	6,054	12,775	565	2,753	16,093	116	120	236	42	176	218
Jaral	3,236	3,453	6,689	16	1,062	401	1,463	4,381	371	1,992	6,744	60	73	134	12	80	92
Valle	7,359	6,319	13,678	31	1,773	536	2,309	7,990	778	3,955	12,723	31	162	193	52	83	135
Cortazar	9,781	8,668	18,448	35	2,169	993	3,162	10,934	1,964	5,796	18,694	75	238	312	23	85	108
Salamanca	5,165	8,992	14,157	37	1,178	1,534	2,712	12,109	573	3,426	16,108	61	174	235	0	91	101
Irapuato	4,078	4,312	8,391	19	984	285	1,269	4,810	688	3,090	8,588	18	102	120	18	43	61
Abasolo	5,229	11,136	16,365	38	1,164	1,259	2,423	10,911	1,152	3,390	15,453	28	141	169	33	39	72
Huanímaro	2,261	1,470	3,731	18	611	229	840	2,802	430	491	3,723	20	20	40	15	41	56
Corralejo	1,219	297	1,516	5	264	11	275	653	643	217	1,513	12	0	12	0	1	1
La Purísima	3,437	982	4,419	15	936	118	1,054	3,605	0	820	4,425	11	52	63	27	27	54
Total	61,871	50,269	112,140	281	16,845	6,646	23,491	77,697	7,421	27,654	112,772	475	1,183	1,658	260	761	1,021

Formatos (ojo: uno por parcela!)

Formato 1: Registro histórico de manejo para el ciclo PV 2000

Asesor: _____ Productor: _____ Lugar _____

Cultivo: _____ Tipo de Parcela: LC ____ Testigo: ____ Superficie: _____ has

Operación	¿Se dio? (3)	Fecha	Implemento usado	Origen maq.	Insumo y dosis (por hectárea))	Mano obra (# jornales)	Costos por ha		
							Maquinaria	Insumos	MO
<u>Cosecha trigo/cebada</u>					<u>(no aplica)</u>				
<u>Preparación del suelo</u>									
♦ Desvare					<u>(no aplica)</u>				
♦ Empacado					<u>(no aplica)</u>				
♦ Quema					<u>(no aplica)</u>				
♦ Rastra - prebarbecho					<u>(no aplica)</u>				
♦ Barbecho					<u>(no aplica)</u>				
♦ Rastreo (precisar # veces)					<u>(no aplica)</u>				
♦ Nivelación					<u>(no aplica)</u>				
♦ Surcado					<u>(no aplica)</u>				
♦ Melgueo					<u>(no aplica)</u>				
♦ Otra práctica: _____					<u>(no aplica)</u>				
<u>Siembra</u>									
<u>Fertilización</u>									
♦ Pre-siembra									
♦ A la siembra									
♦ 1er sobreabono									
♦ 2do sobreabono									
♦ Aplicación foliar									

<i>Operación</i>	<i>¿Se dio? (3)</i>	<i>Fecha</i>	<i>Implemento usado</i>	<i>Origen maq.</i>	<i>Insumo y dosis (por hectárea)</i>	<i>Mano obra (# jornales)</i>	<i>Costos por ha</i>		
							<i>Maquinaria</i>	<i>Insumos</i>	<i>MO</i>
<u>Control Malezas</u>									
♦ Pre-siembra									
♦ Pre-emergente									
♦ Post-emergente temprano									
♦ Post-emergente tardío									
♦ Control mecánico o manual									
♦ Control mecánico o manual									
♦ Control mecánico o manual									
<u>Control de plagas</u>									
♦ Primero									
♦ segundo									
♦ tercero									
<u>Riegos (precisar tipo)</u>									
♦ Siembra									
♦ Auxilio 1									
♦ Auxilio 2									
♦ Auxilio 3									
<u>Cosecha</u>									

Notas: *origen maquinaria*: propio o rentado; *mano obra*: considera tanto familiares como eventuales; *tipo de riego*: canal o pozo
 Los costos deben de ser por hectárea, pero vale la pena apuntar los costos **unitarios** (precio del jornal, de la rastreada)

Formato 2: Registro histórico de manejo para el ciclo OI 1999-2000

Asesor: _____ Productor: _____ Lugar _____
 Cultivo: _____ Tipo de Parcela: LC ____ Testigo: ____ Superficie: _____ has

<i>Operación</i>	<i>¿Se dio? (3)</i>	<i>Fecha</i>	<i>Implemento usado</i>	<i>Origen maq.</i>	<i>Insumo y dosis (por hectárea)</i>	<i>Mano obra (# jornales)</i>	<i>Costos por ha</i>		
							<i>Maquinaria</i>	<i>Insumos</i>	<i>MO</i>
<u>Cosecha sorgo/maíz</u>					<u>(no aplica)</u>				
<u>Preparación del suelo</u>									
♦ Desvare					<u>(no aplica)</u>				
♦ Empacado					<u>(no aplica)</u>				
♦ Quema					<u>(no aplica)</u>				
♦ Rastra - prebarbecho					<u>(no aplica)</u>				
♦ Barbecho					<u>(no aplica)</u>				
♦ Rastreo (precisar # veces)					<u>(no aplica)</u>				
♦ Nivelación					<u>(no aplica)</u>				
♦ Surcado					<u>(no aplica)</u>				
♦ Melgueo					<u>(no aplica)</u>				
♦ Otra práctica: _____					<u>(no aplica)</u>				
<u>Siembra</u>									
<u>Fertilización</u>									
♦ Pre-siembra									
♦ A la siembra									
♦ 1er sobreabono									
♦ 2do sobreabono									
♦ Aplicación foliar									

<i>Operación</i>	<i>¿Se dio? (3)</i>	<i>Fecha</i>	<i>Implemento usado</i>	<i>Origen maq.</i>	<i>Insumo y dosis (por hectárea)</i>	<i>Mano obra (# jornales)</i>	<i>Costos por ha</i>		
							<i>Maquinaria</i>	<i>Insumos</i>	<i>MO</i>
<u>Control Malezas</u>									
♦ Pre-siembra									
♦ Pre-emergente									
♦ Post-emergente temprano									
♦ Post-emergente tardío									
♦ Control mecánico o manual									
♦ Control mecánico o manual									
♦ Control mecánico o manual									
<u>Control de plagas</u>									
♦ Primero									
♦ segundo									
♦ tercero									
<u>Riegos (precisar tipo)</u>									
♦ Siembra									
♦ Auxilio 1									
♦ Auxilio 2									
♦ Auxilio 3									
<u>Cosecha</u>									

Notas: *origen maquinaria*: propio o rentado; *mano obra*: considera tanto familiares como eventuales; *tipo de riego*: canal o pozo

2. Los costos deben de ser por hectárea, pero vale la pena apuntar los costos **unitarios** (precio del jornal, de la rastreada)

Formato 3: Observaciones al momento de la siembra

♦ **IDENTIFICACIÓN**

Asesor: _____ Fecha de Siembra ____ / ____ / 2000 Agricultor _____
Comunidad _____ Municipio: _____ Cultivo: _____ Tipo de sistema de labranza (LC/testigo) _____

♦ **ESTADO DEL SUELO**

Esta parcela se sembró en seco _____ en tierra venida: _____

Tipo de siembra: ¿en camas o en surcos? _____ ¿de que ancho?: _____ cm

Solo para parcela testigo y sistema de labranza reducida: apariencia de la cama de siembra (buena regular mala)

♦ **CANTIDAD Y MANEJO DE LOS RESIDUOS**

Cantidad de residuos presentes: (% de cobertura) _____ % ¿Que tan uniforme quedaron distribuidos?: _____

Previo a la siembra, ¿que tipo de manejo se dió a los residuos?:

¿Fueron **desmenuzados**? No: _ Si _ Si si: tamaño de los pedazos: entre ____ cm y ____ cm

¿Fueron **quemados**? No: _ Parcialmente ____ (que fracción? _____) Si, totalmente ____

¿Fueron **empacados**? No: _ Parcialmente ____ (que fracción? _____) En su gran mayoría ____ (quedó ____ % en la parcela)

¿Fueron **incorporados**? No: _ Parcialmente ____ (que fracción? _____) Si, totalmente _

¿Fueron **dejados en la superficie**? No: _ Parcialmente ____ (que fracción? _____) Si, totalmente ____

Ojo: Pueden aplicar varias de las opciones: Residuos empacados en un 50%, quemados en un 30%, dejados en la superficie en un 20%

♦ **MALEZAS**

¿Hubo control químico pre-siembra ó pre-emergente de malezas? No: _ Si ____

Producto(s) y dosis 1: _____, ____ l/ha ; 2: _____, ____ l/ha ; 3: _____, ____ l/ha

Cantidad de malezas presentes a la siembra (escala %): _____ En dado caso, tipo de malezas: _____

♦ **Siembra**

Cultivo sembrado: _____ Variedad o híbrido: _____ Cantidad de semilla por ha: _____

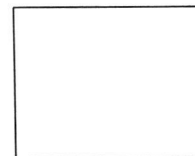
Distancia de siembra: entre **hileras**: _____ cm ; entre **plantas**: _____ cm plantas por golpe _____

Tipo de sembradora usada: _____ ¿Hubo algún problema con la calibración de la sembradora? No: _ Si _

En dado caso, detallar el problema: _____

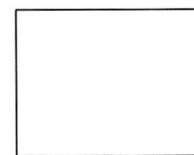
OBSERVACIONES en SITIOS DE OBSERVACIÓN 1 y 2

SITIO 1: _____ **ubicación dentro del lote:**



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____ (# de hojas) _____ (altura promedio) _____
- b) Población emergida (3 surcos de 5 m)
Surco 1: _____ plantas; Surco 2: _____ plantas; Surco 3: _____ plantas Ancho del surco (7 surcos/6): _____
- c) Síntomas de deficiencias minerales: Síntoma 1: _____ Importancia: _____
Síntoma 2: _____ Importancia: _____
- d) Plagas o enfermedades: Nombre 1: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
Nombre 2: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
- e) Cobertura visual de malezas (%) _____ Altura de las malezas (cm) : _____
Principales malezas: (listar) 1. _____ 2. _____ 3. _____
- f) Cobertura de residuos del cultivo anterior: (%) _____ Distribución: _____ Estado de los residuos: _____
- g) Humedad del suelo: (buena regular seco) _____ ¿Hasta que profundidad se encuentra humedad? _____ cm

SITIO 2: _____ **ubicación dentro del lote:**



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____ (# de hojas) _____ (altura promedio) _____ cm
- b) Población emergida (3 surcos de 5 m)
Surco 1: _____ plantas; Surco 2: _____ plantas; Surco 3: _____ plantas Ancho del surco (/6): _____
- c) Síntomas de deficiencias minerales: Síntoma 1: _____ Importancia: _____
Síntoma 2: _____ Importancia: _____
- d) Plagas o enfermedades: Nombre 1: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
Nombre 2: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
- e) Cobertura visual de malezas (%) _____ Altura de las malezas (cm) : _____
Principales malezas: (listar) 1. _____ 2. _____ 3. _____
- f) Cobertura de residuos del cultivo anterior: (%) _____ Distribución: _____ Estado de los residuos: _____
- g) Humedad del suelo: (buena regular seco) _____ ¿Hasta que profundidad se encuentra humedad? _____ cm

Formato 4: Observaciones y mediciones agronómicas a los **45 dds**

♦ IDENTIFICACIÓN

Asesor: _____ Fecha de visita ____/____/____

Agricultor _____ Comunidad _____ Municipio: _____

Cultivo: _____ Tipo de parcela: (LC/testigo) _____ Fecha de siembra: ____/____/00

♦ PRÁCTICAS PASADAS Y FUTURAS

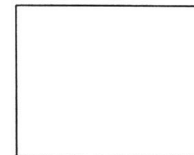
Desde la siembra, ¿que prácticas de manejo se dieron en esta parcela? (fertilización, control malezas, etc.) _____

¿Que manejo se va a dar en el futuro cercano? (fertilización, control malezas,, etc.) _____

♦ OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LA PARCELA (estado del cultivo, plagas, otras observaciones)

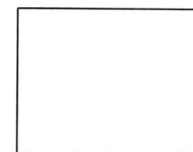
♦ OBSERVACIONES en SITIOS DE OBSERVACIÓN 1 y 2

SITIO 1: _____ **ubicación dentro del lote:**



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____ (# de hojas) _____ (altura promedio) _____
- b) Población emergida (3 surcos de 5 m)
Surco 1: _____ plantas; Surco 2: _____ plantas; Surco 3: _____ plantas Ancho del surco (/6): _____
- c) Síntomas de deficiencias minerales: Síntoma 1: _____ Importancia: _____
Síntoma 2: _____ Importancia: _____
- d) Plagas o enfermedades: Nombre 1: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
Nombre 2: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
- e) Cobertura visual de malezas (%) _____ Altura de las malezas (cm) : _____
Principales malezas: (listar) 1. _____ 2. _____ 3. _____
- f) Cobertura de residuos del cultivo anterior: (%) _____ Distribución: _____ Estado de los residuos: _____
- g) Humedad del suelo: (buena regular seco) _____ ¿Hasta que profundidad se encuentra humedad? _____ cm

SITIO 2: _____ **ubicación dentro del lote:**



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____ (# de hojas) _____ (altura promedio) _____ cm
- b) Población emergida (3 surcos de 5 m)
Surco 1: _____ plantas; Surco 2: _____ plantas; Surco 3: _____ plantas Ancho del surco (/6): _____
- c) Síntomas de deficiencias minerales: Síntoma 1: _____ Importancia: _____
Síntoma 2: _____ Importancia: _____
- d) Plagas o enfermedades: Nombre 1: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
Nombre 2: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
- e) Cobertura visual de malezas (%) _____ Altura de las malezas (cm) : _____
Principales malezas: (listar) 1. _____ 2. _____ 3. _____
- f) Cobertura de residuos del cultivo anterior: (%) _____ Distribución: _____ Estado de los residuos: _____
- g) Humedad del suelo: (buena regular seco) _____ ¿Hasta que profundidad se encuentra humedad? _____ cm

Formato 5: observaciones y mediciones a **Floración**

♦ IDENTIFICACIÓN

Asesor: _____ Fecha de visita ____/____/____

Agricultor _____ Comunidad _____ Municipio: _____

Cultivo: _____ Tipo de parcela: (LC/testigo) _____ Fecha de siembra: ____/____/00

♦ PRÁCTICAS PASADAS Y FUTURAS

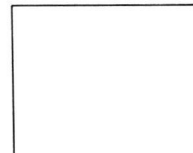
Desde la visita a los 45 dds, ¿que prácticas de manejo se dieron en esta parcela? (fertilización, control malezas, etc.) _____

¿Que manejo se le va a dar en el futuro cercano? (fertilización, control malezas,, etc.) _____

♦ OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LA PARCELA (estado del cultivo, plagas, otras observaciones)

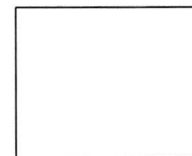
♦ OBSERVACIONES en SITIOS DE OBSERVACIÓN 1 y 2

SITIO 1: _____ *ubicación dentro del lote:*



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____ (altura promedio)
- b) Síntomas de deficiencias minerales: Síntoma 1: _____ Importancia: _____
Síntoma 2: _____ Importancia: _____
- c) Plagas o enfermedades: Nombre 1: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
Nombre 2: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
- d) Cobertura visual de malezas (%) _____ Altura de las malezas (cm) : _____
Principales malezas: (listar) 1. _____ 2. _____ 3. _____
- e) Cobertura de residuos del cultivo anterior: (%) _____ Distribución: _____ Estado de los residuos: _____
- f) Humedad del suelo: (buena regular seco) _____ ¿Hasta que profundidad se encuentra humedad? _____ cm
- g) Otras observaciones: _____

SITIO 2: _____ *ubicación dentro del lote:*



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____ (altura promedio)
- b) Síntomas de deficiencias minerales: Síntoma 1: _____ Importancia: _____
Síntoma 2: _____ Importancia: _____
- c) Plagas o enfermedades: Nombre 1: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
Nombre 2: _____ Síntomas: _____ Importancia _____
- d) Cobertura visual de malezas (%) _____ Altura de las malezas (cm) : _____
Principales malezas: (listar) 1. _____ 2. _____ 3. _____
- e) Cobertura de residuos del cultivo anterior: (%) _____ Distribución: _____ Estado de los residuos: _____
- f) Humedad del suelo: (buena regular seco) _____ ¿Hasta que profundidad se encuentra humedad? _____ cm
- g) Otras observaciones: _____

Formato 6: observaciones y mediciones a *Cosecha*

♦ IDENTIFICACIÓN

Asesor: _____ Fecha de visita ____/____/____

Agricultor _____ Comunidad _____ Municipio: _____

Cultivo: _____ Tipo de parcela: (LC/testigo) _____ Fecha de siembra: ____/____/00

♦ PRÁCTICAS PASADAS Y FUTURAS

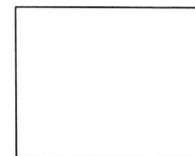
Desde la visita a los 45 dds, ¿que prácticas de manejo se dieron en esta parcela? (fertilización, control malezas, etc.) _____

¿Que manejo se le va a dar en el futuro cercano? (fertilización, control malezas,, etc.) _____

♦ OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LA PARCELA (estado del cultivo, plagas, otras observaciones)

♦ OBSERVACIONES en SITIOS DE OBSERVACIÓN 1 y 2

SITIO 1: _____ *ubicación dentro del lote:*



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____
- b) N° de Plantas (3 surcos de 5 m)
Surco 1: _____ plantas; Surco 2: _____ plantas; Surco 3: _____ plantas
- c) N° de Panojas/Mazorcas
Surco 1: _____; Surco 2: _____; Surco 3: _____
- d) Peso de Panojas/Mazorcas (kg)
Surco 1: _____; Surco 2: _____; Surco 3: _____
- e) Porcentaje de acame: _____
- f) Otras observaciones: _____

SITIO 2: _____ *ubicación dentro del lote:*



- a) Estado de desarrollo del cultivo: _____
- b) N° de Plantas (3 surcos de 5 m)
Surco 1: _____ plantas; Surco 2: _____ plantas; Surco 3: _____ plantas
- c) N° de Panojas/Mazorcas
Surco 1: _____; Surco 2: _____; Surco 3: _____
- d) Peso de Panojas/Mazorcas (kg)
Surco 1: _____; Surco 2: _____; Surco 3: _____
- e) Porcentaje de acame: _____
- f) Otras observaciones: _____

FORMATO ENTREVISTA SOBRE MANEJO DEL AGUA

I. DATOS DEL PRODUCTOR

Nombre: _____ Fecha: _____

Comunidad: _____ Municipio: _____

II. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

1. ¿Cuántas Parcelas con acceso a riego cultiva usted? _____

Para cada parcela, por favor precise el tipo de riego

# de parcela	Superficie (ha)	Cultivo presente	Tipo de riego		Tipo de conducción	Aplicación en parcela	Estado de conducción
			En PV	En OI			
1							
2							
3							
4							
5							

Tipo de riego: G: Gravedad, B: Bombeo (pozo)

(ojo, puede haber combinaciones como por ej. G-B)

Tipo de conducción: CSR- canal sin revestir, CR- canal revestido, TC- tubería de compuertas, TE- tubería enterrada

Aplicación en parcela: COM: compuerta, SIF- sifones, BOC- "a bocas"

Estado del tipo de conducción: 1. Bueno, 2. Regular, 3. Malo

2. Si tiene acceso a pozo

¿Usted realizó los trámites para la instalación del pozo? SI NO

En caso positivo,

¿cuáles? _____

En caso negativo, ¿el pozo esta reconocido por la CNA? SI NO

¿A cuántos pozos tiene acceso? _____

Para cada pozo, establecer lo siguiente:

Pozo #	Pertenencia	Pozo aforado?	Volumen recomendado (dictamen de aforo)	Potencia de la bomba (HP)	Profundidad del espejo de agua (m)	Estado del eqpo. electromecánico	Tubería (diámetro, longitud)

Si pertenece a una sociedad, de cuántos miembros? _____

¿Debe realizar algún trámite para obtener el agua? _____

III. CRITERIOS GENERALES PARA MANEJO DE RIEGO

3. Para PV siembra en: a) tierra venida b) en seco Y para OI siembra en: a) tierra venida b) en seco

4. Si pertenece a una sociedad, ¿cuál es el criterio de distribución del agua de riego entre los miembros? _____

Está de acuerdo con este criterio? _____

5. ¿Tiene preferencias para decidir qué parcela regar primero? SI NO
 Específica, ¿en base a qué factor es su decisión?

a) Textura del suelo _____

b) Tipo de cultivo _____

c) Cercanía _____

d) Otro: _____

6. ¿En base a qué decide cuándo regar, (especificar)?

a) Calendario de riego en días _____

b) Período de desarrollo del cultivo (etapas fenológicas críticas) _____

c) Llegada de las lluvias _____

d) Otro: _____

7. ¿Cuándo riega, cómo decide el tiempo de riego (especificar)?

a) ¿Tiene que hacerlo por un tiempo predeterminado? _____

b) ¿Usted decide qué cantidad de agua es necesario aplicar? _____

8. ¿Hay alguna diferencia en la forma de riego para el ciclo PV y OI (en caso positivo especificar)? SI NO
 PV: _____
 OI: _____

9. ¿Es posible que usted pueda transferir su derecho de riego a otra persona? _____

10. ¿Puede usted optar por no utilizar el volumen de riego asignado para el ciclo PV y aplicarla para el ciclo OI? _____

11. ¿Tiene o ha visto alguna parcela con LC? SI NO
 Si sí, ¿Ha visto alguna diferencia en la forma o tiempo de riego? _____

¿Considera que haya algún ahorro de agua en LC? _____

Si no, explicarle en que consiste la LC y aplicar las siguientes preguntas:
 ¿Cree que pueda haber alguna diferencia en la forma o tiempo de riego? _____

¿Considera que habría algún ahorro de agua en LC? _____

12. ¿Cree usted que haya algún beneficio con el uso de la LC? _____

CROQUIS DE LA PARCELA N° _____ (detallar infraestructura de riego y drenaje)

CROQUIS DE LA PARCELA N° _____ (detallar infraestructura de riego y drenaje)

IV. MANEJO DE RIEGO en parcelas específicas

Se seleccionarán parcelas que presenten diferencia, ya sea en tipo de riego, labranza o manejo de residuos.

Parcela N° _____ Superficie: _____ ha. Cultivo ciclo PV: _____ Cultivo ciclo OI: _____

N° de riegos	Ciclo PV					Ciclo OI					Textura del suelo	% de cobertura (visual)
	Aprovechamiento	Inicio (fecha/hora)	Fin (fecha/hora)	Gasto aprox. (l/s)	# de regadores	Aprovechamiento	Inicio (fecha/hora)	Fin (fecha/hora)	Gasto aprox. (l/s)	# de regadores		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												

Parcela N° _____ Superficie: _____ ha. Cultivo ciclo PV: _____ Cultivo ciclo OI: _____

N° de riegos	Ciclo PV					Ciclo OI					Textura del suelo	% de cobertura (visual)
	Aprovechamiento	Inicio (fecha/hora)	Fin (fecha/hora)	Gasto aprox. (l/s)	# de regadores	Aprovechamiento	Inicio (fecha/hora)	Fin (fecha/hora)	Gasto aprox. (l/s)	# de regadores		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												

V. COSTOS

Parcela N° _____ Superficie: _____ ha. Cultivo ciclo PV: _____ Cultivo ciclo OI: _____

Concepto	Unidad	Gravedad	Bombeo
Inversión inicial (para el caso de instalación del pozo)			
Crédito (monto y tiempo de pago)			
Kwh			
Riego			
Cuota de mantenimiento			
Regadores			
TOTAL			

Parcela N° _____ Superficie: _____ ha. Cultivo ciclo PV: _____ Cultivo ciclo OI: _____

Concepto	Unidad	Gravedad	Bombeo
Inversión inicial (para el caso de instalación del pozo)			
Crédito (monto y tiempo de pago)			
Kwh			
Riego			
Cuota de mantenimiento			
Regadores			
TOTAL			

VI. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

13. ¿Ha nivelado su parcela? SI NO

En caso positivo:

¿Cuándo lo hizo? _____ ¿Cuál fue el motivo de su decisión? _____

14. ¿Ha cambiado se forma de riego en los últimos 10 años, ya ea en tipo, número o tiempo de riego? SI NO

En caso positivo, especificar los cambios y los motivos:

PV: _____

OI: _____

15. ¿Ha recibido alguna vez asesoría para hacer más eficiente el riego en sus parcelas? SI NO

Si sí: ¿de quién (institución), qué cambios ha implementado? _____

16. ¿Ha tenido problemas en el suministro de agua debido a la escasez (detallar)?

17. ¿Ha hecho alguna inversión en los últimos 10 años para mejorar el sistema de riego en su finca? SI NO

En caso positivo:

¿Qué material o equipo adquirió? _____

¿Recibió apoyo de algún programa de gobierno o crédito para su compra? _____

¿Cuál fue el motivo de su decisión? _____

VII. PERSPECTIVAS

18. ¿Considera que podría mejorarse la eficiencia del riego en su finca? SI NO

Si sí: ¿Cómo? _____

¿Qué tanto mejoraría? _____

¿De qué depende que lo haga? _____

19. ¿Cree que la LC sea una buena opción para mejorar la eficiencia del riego? _____

20. ¿Qué opina de la tecnificación del riego, estará al alcance de los pequeños productores? _____

INFORMACIÓN DE ENCUESTA DE RIEGO. BAJÍO, 2000

No.	NOMBRE	SUP. (ha)	Tipo de parcela ¹	Cultivo ²		RIEGO		Tipo de Riego ³		⁴ Tipo de conducción	Aplicación en parcela ⁵	⁶ Estado de Tipo de Conduc.	TRÁMITES DE POZO			N° de pozos	Pertenencia ¹⁰
			OI/PV	OI	PV	Long. de tiro (m)	Ancho melga (m)	OI	PV				¿? ⁷	¿Cuáles? ⁸	Reconoc. C.N.A. ⁹		
1	Adrián Vázquez Delgadillo	4.80	0L-0L	T	S			1	1	1	3	2					
2	Gregorio Razo Vázquez	6.40	0L-0L	T	S			1	1	2	3	1					
3	Antonio Arriaga	2.00	0L-0L	T	S			2	2	4	3	1	1	1		1	2
4	J. Susano Valerio	3.00	LR-LR	C	S	238	1.6	3	1	1/4	3	2/1	2		1	1	2
5	Miguel Angel Razo Vázquez	4.50	LR-LR	A	A			3	3	1/4	3	2/1	1	6/7/8/9		1	1
6	Rubén Sandoval Zavala	3.50	B-0L	T	S			2	2	4	3	1	1	2/3/4/5		2	2
7	Andrés Gervacio Vázquez	3.00	B-LR	T	S			1	1	2	3	1					
8	Francisco Gervacio Pantoja	4.89	B-LR	T	S	400	0.8	1	1	1	3	2					
9	José Amézquita Vázquez	1.47	B-LR	T	S	90	0.8	1	1	1	3	2					
10	José Jesús Alvarado	3.65	B-LR	T	S		1.6	1	1	1	3	2					
11	Adrián Vázquez Delgadillo	5.00	B-LR	T	S			2	2	4	3	1	2		1	1	2
12	Antonio Zavala Martínez	3.97	B-LR	T	S			2	2	4	3	1	2		1	2	2
13	Francisco Frías Jaral	2.00	B-LR	T	S			2	2	4	3	1	2			1	2
14	Francisco Nieto	4.48	B-LR	T	S			2	2	4	3	1	2		1	2	2
15	J. Mercedes Gervacio Pantoja	3.83	B-LR	T	S	300	1.63	2	2	4	3	1	2		3	1	2
16	Macedonio Vázquez Vázquez	4.48	B-LR	T	S	300	1.63	2	2	4	3	1	1	1	1	1	2
17	Matías Fuentes Gaytán	3.27	B-LR	C	S	300	1.6	2	2	4	1	1	2		1	1	2
18	Raúl Fuentes Vélez	4.52	B-LR	C	S	300	1.63	2	2	4	3	1	1	1		1	2
19	Salvador Gervacio Martínez	4.67	B-LR	T	S	110	0.8	2	2	4	1	1	1	1		1	2

¹ B: Barbecho, LR: labranza reducida, 0L: cero labranza

² S: sorgo, M: maíz, T: trigo, C: cebada, A: alfalfa

³ 1: gravedad, 2: bombeo, 3: ambos

⁴ 1: canal sin revestir, 2: canal sin revestir, 3: tubería de compuertas, 4: tubería enterrada

⁵ 1: compuertas, 2: sifones, 3: "a bocas"

⁶ 1: Bueno, 2: Regular, 3: Malo

⁷ 1: Si, 2: No

⁸ 1: No recuerdo, 2: Solicitud de aprovechamiento del pozo, 3: Recibo de luz, 4: No. de tareas del pozo, 5: Relación de usuarios,

⁹ 1: Si, 2: No, 3: No se

¹⁰ 1: Particular, 2: Sociedad

INFORMACIÓN DE ENCUESTA DE RIEGO. BAJÍO, 2000

No.	NOMBRE	Nº de miembros	¹¹ Aforo	N.F. (m)	¹² Q _{rec} (m ³ /s)	Potencia de la bomba (HP)	¹³ Estado de Equipo electrom.	Diám. Tubería (pulg.)	Trámites para riego (POZO)		¹⁶ Forma de SIEMBRA		Criterio dist. de agua-riego	
									¹⁴ ¿?	¹⁵ ¿Cuáles?	PV	OI	¹⁷ Criterio	¹⁸ Conformidad
1	Adrián Vázquez Delgadillo								1	3	2	2	4	1
2	Gregorio Razo Vázquez										2	2	4	2
3	Antonio Arriaga	10	1	10.0		75	1	6	1	1	2	2	2/7/	1
4	J. Susano Valerio	11	1	12.0			2	8	2		2	2	1	1
5	Miguel Angel Razo Vázquez	1	2	14.0		60	2	6	2		2	2	6	1
6	Rubén Sandoval Zavala	15	1	20.0		100	1	8	1	1	2	2	2/3/	1
7	Andrés Gervacio Vázquez										2	2	3/4/	1
8	Francisco Gervacio Pantoja										2	2	3	1
9	José Amézquita Vázquez										2	2	3/4/	1
10	José Jesús Alvarado										2	2	2	2
11	Adrián Vázquez Delgadillo	7	2	41.2		150	1	8	1	2	2	2	4/1/3/	1
12	Antonio Zavala Martínez	15	1	20.0		100	1	8	1	1	2	2	1/2/	2/3/
13	Francisco Frías Jaral	10	1	10.0		75	1	6	1	1	2	2	7	1
14	Francisco Nieto	15	1	20.0		100	1	8	1	1	2	2	1/2/	1
15	J. Mercedes Gervacio Pantoja	10	3	35.0		60	2	8	1	3	2	2	1	1
16	Macedonio Vázquez Vázquez	11	1	12.0		75	2	8	2		1	2	1	1
17	Matías Fuentes Gaytán	10	3	35.0		60	2	8	1	1	2	2	5	1
18	Raúl Fuentes Vélez	8	3	40.0			1	8	1	2	2	2	4	2
19	Salvador Gervacio Martínez	11	1	12.0		75	2	8	2		1	2	1/2/	1

¹¹ 1: Si, 2: No, 3: No se

¹² Gasto recomendado por el estudio de aforo del pozo

¹³ 1: Bueno, 2: Regular, 3: Malo

¹⁴ 1: Si, 2: No

¹⁵ 1: Se debe solicitar en la junta de la sociedad, 2: Pagar al encargado el costo del riego por ha,

3: Solicitar al encargado del módulo, quien se encarga de tomar el tiempo y realizar el corte cada mes

¹⁶ 1: En tierra venida, 2: En seco

¹⁷ 1: Fecha de preparación del suelo, 2: Fecha de siembra, 3: De acuerdo al corte, 4: De acuerdo a la fecha de pago de derecho de riego,

5: De acuerdo a la fecha de la trilla, 6: Por cercanía a los canales principales, 7: De acuerdo a la cercanía al pozo

¹⁸ 1: Si, 2: No, 3: Sería mejor asignar cierta cantidad de hrs de riego por ha

INFORMACIÓN DE ENCUESTA DE RIEGO. BAJÍO, 2000

No.	NOMBRE	DECISIÓN DE RIEGO			Nº DE RIEGOS		DERECHO DE RIEGO		RIEGO EN LC					Beneficios de la LC ²⁹
		19Preferencia	20Cuándo	21Cuánto	PV	OI	22Transferir	Opciones de uso ²³	Conoce LC ²⁴	Diferencias-riego		Ahorro - agua		
										25¿?	26¿Cuáles?	27¿?	¿Por qué? ²⁸	
1	Adrián Vázquez Delgadillo	1	1/3/	3	2	4	2	5	1	1	5	1	1/5/	1
2	Gregorio Razo Vázquez		1	3	2	4	1	1/5/	1	1	1/4/	1	1	1/6/13/14/15
3	Antonio Arriaga	2/3/	2	2	3	4	2	1	1	1	4	1	1	1/9/14/15
4	J. Susano Valerio		1/2/	2	3	3	4	4	1	1	3	2	3	1/6/12/
5	Miguel Angel Razo Vázquez	2	2/3/	2/3/	5	5	4	2	1	1	5	1	1	6/14/15/16
6	Rubén Sandoval Zavala		1/3/	2	2	4	2	1/6/	1	1	1/4/	1	1	1/2/6/
7	Andrés Gervacio Vázquez		1/3/	3	2	4	2	2	1	2	2	2	3	1/7/
8	Francisco Gervacio Pantoja		1	2	2	4	3	5	1	2		2		1
9	José Amézquita Vázquez		2/4/	2	2	4	2	2	1	2		2	3	1
10	José Jesús Alvarado		1/2/3/	2	2	4	2	2	1	1		1		1/8/
11	Adrián Vázquez Delgadillo	1/4/	1/3/	2	2	4	2	5	1	1	5	1	1/5/	1
12	Antonio Zavala Martínez		1/2/3/	2	3	5	1	4	1	1	3	2	4	1/2/3/4/5
13	Francisco Frías Jaral	3	1/2/	2	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1/2/5/
14	Francisco Nieto		1/3/	2	3	5	1	1	1	1		1		1
15	J. Mercedes Gervacio Pantoja		2	2	2	4	1	1	1	2		1		1
16	Macedonio Vázquez Vázquez		1	2	3	4	2	4	1	1		1	1	1/6/
17	Matías Fuentes Gaytán		5	2	2	3	1	1	1	2		1	1	1/8/9/10
18	Raúl Fuentes Vélez		1/2/3/	2	2	3	1	1	1	1	1	1		1/9/
19	Salvador Gervacio Martínez		1/3/	2	2	4	2	4	1	2		2	2	1/2/

¹⁹ 1: Textura del suelo, 2: Tipo de cultivo, 3: Cercanía a la fuente de agua, 4: Riego primero las parcelas beneficiadas por el pozo

²⁰ 1: Calendario de riego en días, 2: Etapas fenológicas críticas, 3: Llegada de las lluvias, 4: Aspecto del suelo,

5: De acuerdo al rol decidido por los socios

²¹ 1: Por tiempo predeterminado, 2: Por decisión del productor, 3: De acuerdo al volumen asignado por el módulo

²² 1: Si, 2: No, 3: No se, 4: No se ha presentado el caso

²³ 1: Si, 2: No, 3: No se, 4: No se ha presentado el caso, 5: Es decisión del Módulo de riego, 6: Por acuerdo de los socios

²⁴ 1: Si, 2: No

²⁵ 1: Si, 2: No, 3: No se

²⁶ 1: Se reduce el tiempo de riego, 2: Es igual el tiempo de riego, 3: Es mayor el tiempo de riego, 4: Se reduce el número de riegos,

5: El primer riego en LC se lleva más tiempo

²⁷ 1: Si, 2: No, 3: No se

²⁸ 1: Porque la cobertura conserva más tiempo la humedad, 2: Se reduce la velocidad del riego y se lleva más tiempo, 3: se lleva el mismo tiempo,

4: La cobertura no influye, es la atención del productor al cultivo, 5: Se puede ahorrar hasta un riego

INFORMACIÓN DE ENCUESTA DE RIEGO. BAJÍO, 2000

No.	NOMBRE	MANEJO DE RIEGO											Textura del suelo ³³	COBERTURA	
		Parcela N°	PV					OI						Concepto ³⁴	%
			N° de riego ³⁰	Aprov. ³¹	Tiempo (hr)	U	N° de regadores	N° de riego	Aprov. ³²	Tiempo (hr)	U	N° de regadores			
1	Adrián Vázquez Delgadillo	2	2	1	44	P	1	4	1	42.0	P	1	2	3	100
2	Gregorio Razo Vázquez	1	2	1	72	P	1	4	1	12.5	Ha	1	1	1/3/	100
3	Antonio Arriaga	1	3	2	13.666667	Ha	1	4	2	13.3	Ha	1	2	3	100
4	J. Susano Valerio	1	3	3	65.333333	P	1	3	1	88.0	P	1	3	4/3/	20
5	Miguel Angel Razo Vázquez	1	5	1/2/	10/24/	Ha	1	5	1/2/	30/72/	Ha	1	1	1/2/	0
6	Rubén Sandoval Zavala	1	2	2	24	Ha	1	4	2	30.0	Ha	1	3	4/3/	5
7	Andrés Gervacio Vázquez	1	2	1	46	P	2	4	1	27.0	P	2	1	1/2/	0
8	Francisco Gervacio Pantoja	1	2	1	73	P	1	4	1	47.5	P	1	3	1/4/	0
9	José Amézquita Vázquez	1	2	1	44	P	1	4	1	42.0	P	1	3	1/2/	0
10	José Jesús Alvarado	1	2	1	54	P	3	4	1	54.0	P	3	3	1/3/	10
11	Adrián Vázquez Delgadillo	1	3	2	20	Ha	1	4	2	19.5	Ha	1	2	4	0
12	Antonio Zavala Martínez	1	3	2	28	P	1	5	2	33.6	P	1	3	1/4/3/	0
13	Francisco Frías Jaral	1	3	2	15	Ha	1	4	2	15.0	Ha	1	3	1/2/	0
14	Francisco Nieto	1	3	2	32	P	1	5	2	28.8	P	1	3	1/4/	0
15	J. Mercedes Gervacio Pantoja	1	2	2	47.5	P	1	4	2	47.5	P	1	3	1/2/	0
16	Macedonio Vázquez Vázquez	1	3	2	88	P	1	4	2	122.5	P	1	1/3/	1/2/	0
17	Matías Fuentes Gaytán	1	2	2	38	P	1	3	2	50.0	P	1	1/3/	1/3/	40
18	Raúl Fuentes Vélez	1	2	2	27	P	1	3	2	33.3	P	1	2	1/4/	0
19	Salvador Gervacio Martínez	1	2	2	136	P	1	4	2	108.0	P	1	3	1/2/	0

²⁹ 1: Se reducen los costos de laboreo, 2: Se adelanta la fecha de siembra, 3: Mejor desarrollo del cultivo, 4: Mayor rendimiento del cultivo,

5: Reduce el riesgo de plagas, 6: El residuo sirve de abono al suelo, 7: Aumenta la humedad en el suelo, 8: Ahorro de agua, 9: Ahorro de fertilizantes,

10: Hay poco beneficio, 11: No hay ningún beneficio, 12: Mejora la trasporación, 13: Se reduce la dosis de N,

14: Aparición de insectos que controlan las plagas, 15: Se reduce la aparición de malezas, 16: Reduce la erosión del suelo

³⁰ 1: Siembra, 2: Auxilio 1, 3: Auxilio 2, 4: Auxilio 3, 5: Auxilio 4

³¹ 1: Gravedad, 2: Bombeo

³² 1: Gravedad, 2: Bombeo

³³ 1: Pesada, 2: Mediana, 3: Ligera

³⁴ 1: Empaque, 2: Incorporación, 3: Dejadados en la superficie, 4: Quema

INFORMACIÓN DE ENCUESTA DE RIEGO. BAJÍO, 2000

No.	NOMBRE	COSTOS										EVOLUCIÓN HISTORICA						
		Kwh (\$)	U	Riego	U	Cuota mant.	U	Regador	U	TOTAL	U	Nivelación ³⁵	Motivo ³⁶	Equipo ³⁷	Cambios-riego		Asesoría - riego	
															¿? ³⁸	Tipo de cambios ³⁹	¿?	Quién? ⁴⁰
1	Adrián Vázquez Delgadillo			\$ 200.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 300.00	Ha	2			2		2	
2	Gregorio Razo Vázquez			\$ 200.00	Ha			\$ 120.00	Ha	\$ 320.00	Ha	1	1	1	2		2	
3	Antonio Arriaga			\$ 200.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 300.00	Ha	1	1	2	1	6	2	
4	J. Susano Valerio			\$ 200.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 300.00	Ha	2			2		2	
5	Miguel Angel Razo Vázquez			\$ 200.00	Ha	\$ 50.00	R	\$ 140.00	Ha	\$ 351.11	Ha	1	1/3/	1	2		2	
6	Rubén Sandoval Zavala			\$ 180.00	Ha			\$ 50.00	Ha	\$ 230.00	Ha	1	1	2	1	4	1	1/2/
7	Andrés Gervacio Vázquez			\$ 200.00	Ha			\$ 120.00	Ha	\$ 320.00	Ha	2			2		2	
8	Francisco Gervacio Pantoja			\$ 195.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 295.00	Ha	1	1	1	2		2	
9	José Amézquita Vázquez			\$ 200.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 300.00	Ha	2			2		2	
10	José Jesús Alvarado			\$ 200.00	Ha			\$ 120.00	Ha	\$ 320.00	Ha	1	2	1	2		2	
11	Adrián Vázquez Delgadillo			\$ 200.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 300.00	Ha	1	1	1	1	5	1	2
12	Antonio Zavala Martínez			\$ 200.00	Ha			\$ 50.00	Ha	\$ 250.00	Ha	1	1	1	1	5	1	2
13	Francisco Frías Jaral			\$ 200.00	Ha			\$ 70.00	Ha	\$ 270.00	Ha	1	1	1	2		2	
14	Francisco Nieto			\$ 200.00	Ha			\$ 50.00	Ha	\$ 250.00	Ha	1	1	1	2		1	2
15	J. Mercedes Gervacio Pantoja	\$ 10.00	Hr	\$ 124.02	Ha			\$ 120.00	Ha	\$ 244.02	Ha	1	1	1	2		1	5
16	Macedonio Vázquez Vázquez	\$ 10.00	Hr	\$ 196.43	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 296.43	Ha	2			1	1	2	
17	Matías Fuentes Gaytán			\$ 300.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 400.00	Ha	1	1	1	1	3	2	
18	Raúl Fuentes Vélez			\$ 150.00	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 250.00	Ha	2			2		1	4
19	Salvador Gervacio Martínez	\$ 10.00	Hr	\$ 291.22	Ha			\$ 100.00	Ha	\$ 391.22	Ha	2			1	2	2	

³⁵ 1: Sí, 2: No

³⁶ 1: Mejorar el riego, 2: Porque se desnivela al barbechar para la siembra de trigo, 3: Presencia de encharcamientos

³⁷ 1: Sin equipo láser, 2: Con equipo láser

³⁸ 1: Sí, 2: No

³⁹ 1: Uso de tubería de compuertas, 2: Cambio de cultivo (hortalizas a cereales), 3: Riego por melga, 4: Riego por surco, 5: Entubamiento del agua,

6: Uso de LC

⁴⁰ 1: SARH, 2: Gobierno del estado, 3: Gobierno municipal, 4: No recuerdo, 5: Módulo de riego

⁴¹ 1: Ninguno, 2: Se reduce el volumen de agua disponible o asignado, 3: No hay agua para el riego, 4: Rara vez,

5: Se reduce el número de hectáreas para regar, 6: Aumenta la profundidad del espejo de agua, 7: Siempre,

8: Retardan la decisión de otorgar el agua en el módulo

INFORMACIÓN DE ENCUESTA DE RIEGO. BAJÍO, 2000

No.	NOMBRE	⁴¹ Pb en sumin. de agua	Inversión				PERSPECTIVAS					⁴⁸ LC como opción	Tecnificación de riego ⁴⁹
			⁴² ¿?	Material ⁴³	Tipo de apoyo ⁴⁴	Motivos ⁴⁵	¿?	Cómo? ⁴⁶	Mejoría en riego	U	⁴⁷ Recursos económicos		
1	Adrián Vázquez Delgadillo	1	2				1	7			1/5/	1	2/5/
2	Gregorio Razo Vázquez	2	2				1	1/3/	15	%	1	1	1/5/
3	Antonio Arriaga	1	1	1	3	6	1	2			3	1	2/3/4/
4	J. Susano Valerio	2	1	1/2/	3	1/2/	1	6			4	1	3/4/
5	Miguel Angel Razo Vázquez	2/8/	1	1	1	2	1	2/3/	80	%	3/5/	1	1/5/
6	Rubén Sandoval Zavala	1	1	1/4/	3	1	1	2	2	hr/ha	4	1	1/4/
7	Andrés Gervacio Vázquez	5	2				1	1			2/4/	1	1/4/
8	Francisco Gervacio Pantoja	7	2				1	5				2	3
9	José Amézquita Vázquez	4	1	6	1	5	3					1	2/3/
10	José Jesús Alvarado	2	2				2					1	2/4/
11	Adrián Vázquez Delgadillo	1	1	1	3	1/2/	1	2/3/	30/50/	%	1/5/	1	2/5/
12	Antonio Zavala Martínez	2/6/	1	1	3	1/2/	1	2	5	hr/P	3	4	2/4/
13	Francisco Frías Jaral	2	1	1	3	3	1	2/3/	30	%	3	1	4
14	Francisco Nieto	1	1	1	3	1/2/	1	2			3	1	1/4/
15	J. Mercedes Gervacio Pantoja	2/6/	1	1	3	1	2					1	2/4/
16	Macedonio Vázquez Vázquez	2	1	1/2/5/	3	2/3/4/	2					1	4
17	Matías Fuentes Gaytán	6	1	2	3	1/2/	1	4			3	1	4
18	Raúl Fuentes Vélez	1	1	1	4	1	1	2			5	1	5
19	Salvador Gervacio Martínez	2	1	1/2/	3	1/2/	1	4	30	%	1	1	3

⁴² 1: Si, 2: No

⁴³ 1: Tubería lisa, 2: Tubería de compuertas, 3: Eqpo. electromecánico, 4: Refacciones para eqpo. electromecánico,

5: Instalación de pozo, 6: Bomba charquera

⁴⁴ 1: Propio, 2: Gubernamental, 3: Ambos, 4: C.N.A.

⁴⁵ 1: Mejorar el riego, 2: Ahorrar el agua, 3: Reducir costos de riego, 4: Reducir tiempo de riego, 5: La necesitaba para regar, 6: Ahorro de energía

⁴⁶ 1: Entubando el agua, 2: Usando tubería de compuertas, 3: Riego presurizado, 4: Nivelación láser, 5: No se, es muy poca el agua disponible,

6: Mejorando la eficiencia del pozo, 7: Revistiendo los canales

⁴⁷ 1: Propio, 2: Programa gubernamental, 3: Propio y con apoyo de gobierno, 4: Que se organicen los socios del pozo,

5: Que haya crédito para la compra del material

⁴⁸ 1: Si, 2: No, 3: No se, 4: Tal vez

⁴⁹ 1: Si, 2: No, 3: Es muy caro, 4: Solo con apoyo de gobierno, 5: Sólo con crédito

ANEXO FOTOGRÁFICO

CULTIVO DE SORGO



Foto 1. Ajustando la sembradora



Foto 2. Realizando la siembra



Foto 3. Nacencia de sorgo sobre residuo de trigo



Foto 4. Sorgo bajo LC



Foto 5. Sorgo sobre residuo de trigo.



Foto 6. Parcela con 100 % de residuo.



Foto 7. Residuo de cebada en descomposición.



Foto 8. Sorgo bajo Labranza Convencional



Foto 9. Sorgo bajo 0L



Foto 10. Sorgo listo para cosecha.



Foto 11. Corte de panojas (muestreo de rendimiento)



Foto 12. Cosecha con trilladora



Foto 13. Desvare del residuo de sorgo.



Foto 14. Desvaradora.

AGUA DE RIEGO

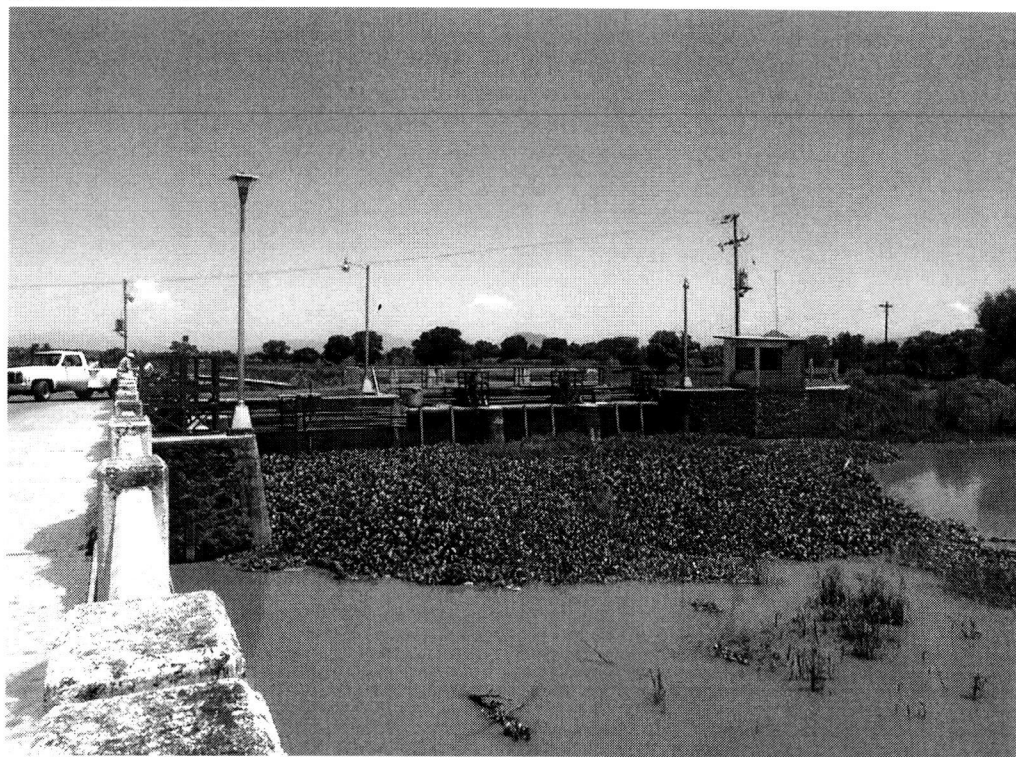


Foto 15. Llegada al Módulo de Riego de Valle.



Foto 16. Compuertas de desvío en canal principal.

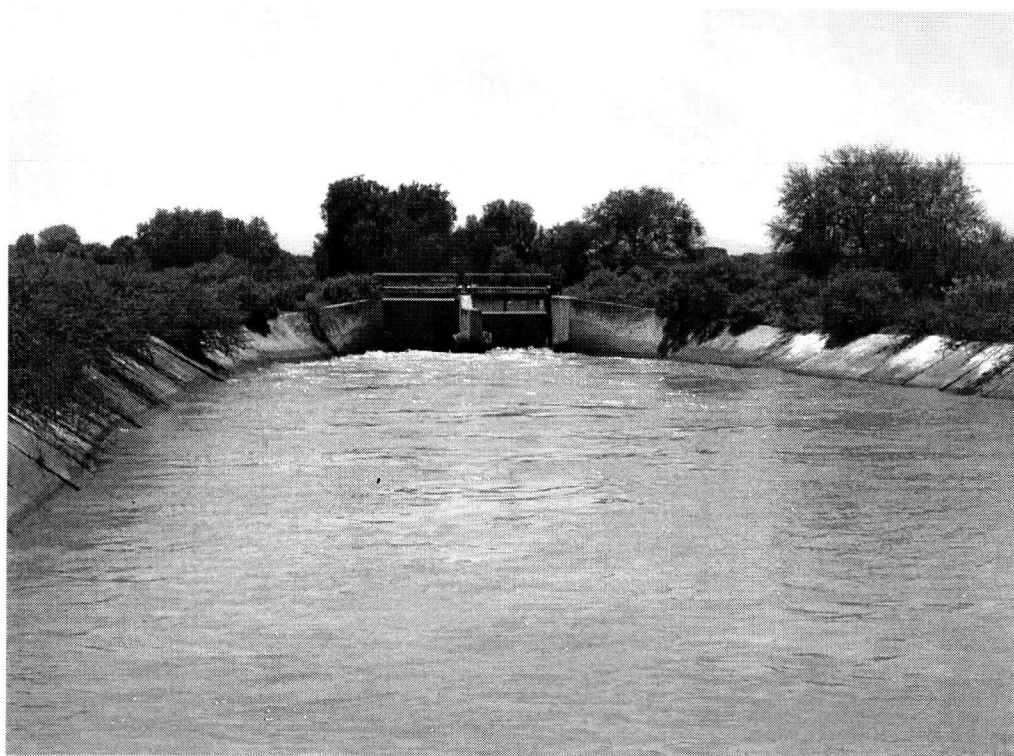


Foto 17. Compuertas en canal principal.



Foto 18. Canal principal invadido de vegetación.



Foto 19. Compuertas en canal secundario.

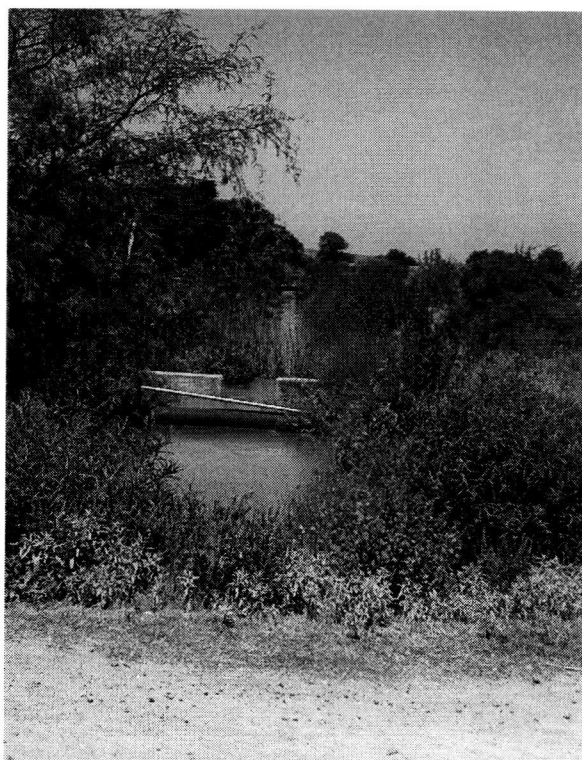


Foto 20. Canal secundario invadido por vegetación.



Foto 21. Maleza invadiendo un canal.



Foto 22. Canal interparcelario.



Foto 23. Aplicación del riego en la parcela.



Foto 24. Detalle de entrada del agua entre las melgas.