



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**EVALUACION DEL SUELO PARA DETERMINAR LA APTITUD DE LA  
TIERRA EN EL MUNICIPIO DE SALAMANCA,  
ESTADO DE GUANAJUATO.**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**B I O L O G O**

P r e s e n t a n :

**SILKE GRAM HEYDRICH**

**ANA MARIA NOGUEZ GALVEZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivo.....	4
Algunos conceptos relativos al suelo	5
Antecedentes.....	6
La evaluación del suelo.....	9
Sistemas de evaluación.....	11
Sistema de evaluación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.....	12
Esquema para la evaluación de tierras propuesto por la FAO.....	14
Fotografía aérea.....	18
Mineralogía de suelos y su fertilidad potencial.....	20
Importancia de la evaluación de la pre- cipitación e índices de aridez.....	22
Area de estudio.....	24
Localización.....	24
Geología y geomorfología.....	24
Hidrografía.....	26
Clima.....	26
Suelos.....	26
Vegetación.....	29
Características generales de los prin- cipales cultivos de la región.....	31
Metodología	
Muestreo de suelos.....	38
Análisis de suelos.....	38

Análisis físico.....	39
Análisis químico.....	40
Análisis mineralógico.....	41
Caracterización de la precipitación pluvial e índices de aridez.....	42
Resultado y Discusión.....	
Mineralogía de los suelos y su ferti- lidad potencial.....	43
Caracterización de la precipitación pluvial e índices de aridez.....	48
Aptitud de las tierras.....	54
Clasificación de la Aptitud de las tierras.....	83
Aptitud de las tierras en función del trigo, sorgo y alfalfa.....	87
Conclusiones.....	92
Bibliografía.....	94

## RESUMEN

El interés por desarrollar este trabajo fue la aplicabilidad del mismo en la agricultura, en la conservación de suelos y por ende de los recursos bióticos.

Se hizo un estudio de las características edafológicas, geológicas, topográficas y del ambiente, en la parte sur del Municipio de Salamanca, Estado de Guanajuato, con el propósito de evaluar el suelo para determinar la aptitud de las tierras y así establecer una clasificación regional para uso agrícola, en particular para trigo, sorgo y alfalfa.

Se encontraron cuatro clases de aptitud: apta (2) que ocupa el 31.13% de la zona; moderadamente apta (3), ocupa el 31.22%; marginalmente apta (4), ocupa el 12.75% y no apta (5) con el 16.41%.

De las clases arriba mencionadas, todas con excepción de la clase (5) no apta, sirven para el cultivo del sorgo; el trigo se puede cultivar en la zona que abarca las clases (2) apta y (3) marginalmente apta y la alfalfa sólo puede ser sembrada en el área clasificada como apta (2).

## INTRODUCCION

La agricultura ha avanzado continuamente con metas económicas y sociales, dependiendo de las demandas de la sociedad. Con este fin se han aplicado tecnologías cada vez más avanzadas en relación al aprovechamiento racional en los diferentes recursos de la tierra; esto indica, que con el paso del tiempo la importancia del empleo de las tierras no ha disminuido, por el contrario, dado que la población mundial ha aumentado considerablemente, la alimentación y junto con ésta el uso adecuado del suelo, se han tornado en uno de los problemas más graves de nuestros tiempos. Nuestro país, con sus 2 millones de kilómetros cuadrados (Sánchez, 1984) y su variedad de recursos naturales y climáticos casi ilimitada, no es la excepción a estos problemas, ya que atraviesa por una crisis económica ocasionada por diferentes factores, dentro de los que se encuentra la deficiencia en la producción agrícola; deficiencia que muchas veces es provocada por el mal uso que se les da a los suelos, debido a que se desconocen tanto sus potencialidades como sus limitaciones. De aquí que sea de gran interés el planificar el uso de las tierras para implementar el desarrollo de la agricultura.

El manejo adecuado de las tierras proporciona una forma de alterar en menor grado el balance ecológico, además de satisfacer las demandas humanas; su uso y su manejo deben estar bien adaptados a los recursos y a las condiciones ecoló-

gicas prevalecientes (Vink, 1975); así han surgido conceptos como el de agroecosistema (Ponce et al., 1981). Un método que nos permite cumplir con estos objetivos es la evaluación del suelo para determinar la aptitud de la tierra.

Debido a esto y a que en nuestro país los suelos están limitados por la topografía irregular y la susceptibilidad a la erosión, entre otros, el presente trabajo se enfoca hacia un sistema de evaluación específico de la aptitud de las tierras en el Estado de Guanajuato, con el propósito de contribuir al conocimiento edafológico en estas áreas agrícolas.

## OBJETIVO

Delimitar clases de aptitud de las tierras con base, en sus características externas e internas y así establecer una clasificación regional, para un mejor aprovechamiento del recurso suelo en función de los tres cultivos principales de la zona (sorgo, trigo, alfalfa).



## Algunos conceptos relativos al suelo

Antes de considerar al suelo como un medio para el desarrollo de la agricultura, debemos estar concientes de que éste, junto con los factores ambientales, forman parte esencial para el desarrollo de la vida. Los suelos son parte importante de los ecosistemas terrestres, ya que muchos procesos críticos de su funcionamiento ocurren en ellos (Parisi, 1979).

El suelo puede adquirir diferentes significados, dependiendo del uso que se les de. Así, por ejemplo, para un ingeniero puede ser el material sobre el cual se asentará una carretera, o para un hidrólogo únicamente un almacén de agua (Toth, 1978). Desde el punto de vista agrícola, podemos designarlo, como la capa superficial de la tierra que ha sido intemperizada lo suficiente por procesos físicos, químicos y biológicos de manera que permite el crecimiento de las plantas (Bloom, 1974).

El suelo junto con otros atributos de la biósfera como son la atmósfera, la geología, la topografía, la hidrología, las poblaciones de plantas y animales y los resultados de la actividad del hombre pasada y presente, forman en un área específica, el concepto geográfico de tierra (Brinkman y Smyth, 1933).

## Antecedentes

La explotación de la tierra para la producción de alimentos, formó parte importante en el desarrollo de la civilización. Hace unos 10,000 años aproximadamente, en el período Neolítico, La recolección dio lugar a la agricultura. Así, a través de milenios, algunas plantas silvestres se transformaron por el constante cuidado humano en plantas domésticas (Drom, 1983).

Se puede decir que desde los inicios de la agricultura ha existido un uso diferencial de los suelos. Según Poth (1978), aproximadamente 3,000 años A. C., las villas de granjeros se extendieron en Europa hasta el norte de Escandinavia. Estos primeros agricultores reconocieron diferencias en los suelos suaves para el crecimiento de sus cultivos. Se cree que la clasificación más antigua del suelo se desarrolló en China hace aproximadamente 4,000-5,000 años (White, 1979). Esta clasificación está basada en la capacidad del suelo para producir cultivos y se usó para determinar diferentes taxa. Los griegos y romanos también notaron las diferencias en la producción agrícola y desarrollaron muchas prácticas de manejo que aún son utilizadas. En nuestro país encontramos que sus antiguos pobladores tenían una forma empírica de denominar y ordenar sus suelos. Flores (1974), menciona que los mexicas distinguían diferentes tipos de suelos, por ejemplo a los aluviales los llamaban "atocli", a los forestales "tlazotlalli", etc. También existe una clasificación en lengua purépecha que designa los diferentes tipos de suelos en la cuenca del Lago de Patzcuaro y en algunos casos coincide con la nomenclatura del sistema FAO-UNESCO (Tolledo, 1981).

En la actualidad, los primeros trabajos para evaluar la capacidad del suelo se originaron en países desarrollados como Estados Unidos, Canadá, los Países Bajos y otras naciones europeas. Vink (1975), menciona que en el año de 1930 Dudley Stamp inicia en la Gran Bretaña un estudio acerca del uso de la tierra en este país. Este trabajo tenía como finalidad el hacer un mapa de uso de las tierras para obtener un mayor conocimiento geográfico de la Gran Bretaña. En años recientes se han elaborado en países del este de Europa diferentes estudios sobre la utilización de las tierras, los cuales tienen sus bases en los trabajos de Stamp.

A la par de los trabajos desarrollados en Europa, han surgido diferentes sistemas de evaluación de las tierras en países como Irán y Brasil. En los Estados Unidos el Departamento de Agricultura elaboró "The USDA Land Capability Classification" con el fin de medir el grado de erodibilidad de las tierras (Young, 1976); "The US Bureau of Reclamation Land Classification for Irrigation" nace también en los Estados Unidos y tiene como finalidad el clasificar a las tierras con base en sus necesidades de irrigación.

En los años setentas aparece el Esquema de Evaluación de Tierras de la FAO (1976), cuyo propósito fue el unificar los sistemas de evaluación que habían surgido hasta entonces en diferentes países.

A pesar de que se han elaborado diversos sistemas de clasificación para la evaluación del suelo, parece ser que este tema no cuenta con muchos investigadores como sucede en otras áreas. Dentro de los investigadores más destacados en la evaluación de tierras se encuentran K. J. Beek, J. Bennema, P. J. Mahler, A. J. Smyth, A. Young y A. P. Vink, entre otros (FAO, 1976).

En México, DETERNAL realizó hasta 1979 trabajos de evaluación cuya finalidad fue el elaborar "Cartas de Uso Potencial", proporcionando así información de las condiciones ambientales y en particular de las condiciones del suelo; expresándolas en términos de clases y subclases, basadas en el sistema de evaluación de la USDA.

A partir de 1979 se incluyen en estos trabajos elementos del Esquema de Evaluación de la FAO, ajustando de esta forma los sistemas de evaluación a las necesidades reales del país (Duch, G. T. et al., 1981). Se han desarrollado también trabajos en forma aislada como la Clasificación de la Aptitud de las Tierras por Métodos Paramétricos para el Caso específico de la Caña de Azúcar (Hernández, 1984).

## La evaluación del suelo

La evaluación de la aptitud del suelo, es un medio para estimar el potencial de las tierras para un uso o usos alternativos (Young, 1976). Para una buena evaluación es necesario tomar en cuenta diferentes factores, que van desde las características y necesidades del cultivo hasta el contexto físico de la zona de estudio.

Así por ejemplo, la geoforma y la geología son elementos importantes ya que están íntimamente relacionadas con los procesos de formación y degradación del suelo, como con sus propiedades externas e internas; profundidad, contenido de materia orgánica, reacción del suelo, humedad a lo largo del perfil, concentración de sales solubles entre otras. La naturaleza y estructura de las formaciones geológicas tienen una gran influencia en el uso agrícola de las tierras, llegando algunas veces a determinar si un tipo de utilización es factible o no en ciertas áreas o si es necesario proponer alternativas de empleo, como pueden ser pecuarias, agrícolas, forestales o de conservación de la vida silvestre. El proceso de evaluación, no determina por sí mismo los cambios en el uso de las tierras, sólo facilita la información que puede servir de base para apoyar una decisión (Vink, 1975).

La evaluación de las tierras, se puede desarrollar de diferentes formas, que dependen en sí del objetivo que se persiga. Así por ejemplo, el estudio puede enfocarse a un

sólo propósito: evaluación simple, evaluación general, evaluación múltiple, o referirse al potencial actual de la tierra (Young, op. cit.).

La clasificación simple, evalúa a las tierras para un propósito específico, como puede ser una especie determinada de cultivo (maíz, trigo, pino, etc.). En la clasificación múltiple, un número de clasificaciones con propósitos simples son combinadas de acuerdo a características fundamentales. La clasificación con propósitos generales está reservada para sistemas en los cuales la capacidad se compara para varios usos planteados como alternativas. El potencial actual de las tierras se refiere a la capacidad prevaleciente con entradas recurrentes y algunos implementos menores.

Los criterios por medio de los cuales un tipo de utilización de la tierra puede ser determinado (Young, op. cit.) son:

Biológicos: tipo de producción que se tenga en la zona o que se quiera introducir (cultivo, madera, ganado, etc.).

Técnico; tipo de tecnología utilizada.

La evaluación consiste de tres etapas principales: descripción, evaluación y desarrollo.

Descripción: ésta incluye la investigación de los recursos naturales en los que el suelo está incluido, junto con otros aspectos como la agricultura y recursos económicos.

Evaluación: es la fase de información de recursos, en

combinación con la tecnología, requerimientos de los cultivos y métodos agrícolas; los resultados son expresados en forma de potencial de producción.

Desarrollo: planeación física necesaria para convertir el potencial de producción en un hecho real.

Los resultados finales de la evaluación de la tierra, son la elaboración de mapas que muestren los grados de aptitud de las unidades cartográficas de las tierras, además de descripciones de los tipos de utilización de la misma, especificaciones de manejo y mejoramiento para cada una de las unidades.

#### Sistemas de evaluación

Debido a que en México los trabajos de evaluación realizados por DETEMAL se hicieron con base en el Sistema de Clasificación del Departamento de Agricultura de E.U.A. y a que el presente trabajo se desarrolló con base en el Esquema de Evaluación de la FAO, haremos una breve descripción de ambos métodos, enfatizando en el Esquema de la FAO.

Sistema de evaluación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Este sistema de evaluación está constituido por ocho clases diferentes de capacidad de las tierras; estas clases están basadas en características limitantes como clima, pendiente, grado de erosión y frecuencia de inundación entre otras (Young, 1976). El sistema toma en cuenta principalmente las limitaciones de las tierras, tanto las que de una u otra manera pueden ser modificadas (fertilidad del suelo, acidez, alcalinidad, etc.) como aquéllas que son permanentes (erosión, pendiente, estructura, clima, profundidad del suelo, etc.).

En esta clasificación los suelos adaptados para el cultivo están incluidos en las primeras cuatro clases (I-IV), las cuatro clases restantes (V-VIII) las forman suelos no adaptados para el cultivo (Stalling, 1962).

Clase I. Suelos con ligeras limitaciones permanentes o riesgo de daño; no expuestas a daños por inundación.

Clase II. Suelos con pendientes suaves, ligera erosión y profundidad moderada. Sujetos a inundaciones ocasionales y con necesidad de drenaje. Pueden ser necesarias las rota-



ciones de conservación del suelo o métodos especiales de labranza.

Clase III. Suelos moderadamente buenos que pueden ser usados regularmente para cosechas. Requieren sistemas de cultivo que produzcan cubierta vegetal adecuada para ser protegidos de la erosión y para conservar su estructura.

Clase IV. Suelos que tienen limitaciones permanentes muy severas o también riesgos severos, si se usan como terrenos de cultivo. Suelos regularmente buenos que pueden ser cultivados coaccionalmente si se manejan con mucho cuidado.

Clase V. Los suelos que se encuentran dentro de esta clase, deben ser mantenidos con vegetación permanente y ser usados para pastizales o bosques. Tienen pocas o ninguna limitación permanente y solamente riesgos ligeros. El cultivo no es factible a causas de humedad, exceso de piedras u otras limitaciones.

Clase VI. Estos suelos deben ser utilizados para pastizales y bosques. Están sujetos a limitaciones permanentes moderadas. Para el cultivo no son aptas debido a que se encuentran en pendientes o son superficiales, no se debe permitir que el pastoreo destruya la cubierta vegetal.

Clase VII. Los suelos pertenecientes a esta clase, están expuestos a severas limitaciones permanentes o riesgos cuando son utilizados para pastoreo o bosque. Son escarpados, erosionados, abruptos, superficiales, secos o senegosos.

Clase VIII. Son suelos escabrosos, incluso para bosques o pastoreo. Deben conservarse en su estado natural, para conservación de la vida silvestre o como recarga de acuíferos.

Esquema para la evaluación de tierras propuesto por la FAO (1976).

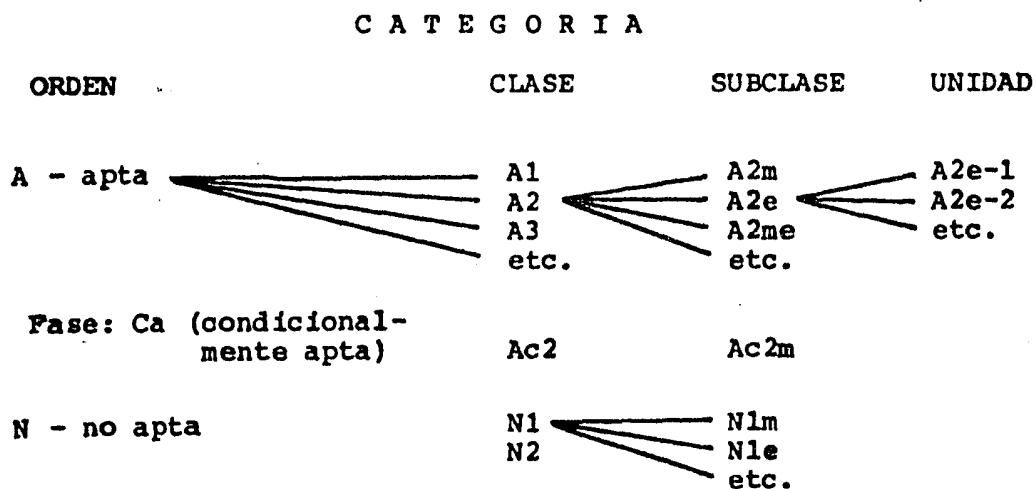
El esquema para la evaluación de tierras de la FAO, consiste en la agrupación de unidades de tierras en términos de su aptitud para un uso definido. Está basado principalmente en las características físicas generales del medio, como son geología, suelo, clima, etc., que son elementos objetivos y que de una u otra forma tienen un comportamiento predecible.

Este esquema de evaluación difiere con el de Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en que evalúa la aptitud por separado para cada uso particular, utiliza las cualidades de las tierras en lugar de las carac-

terísticas limitantes de las mismas y hace énfasis en aspectos económicos (Hernández, 1984).

En el esquema de la FAO se evalúa la aptitud de las tierras en clases concretas y específicas de utilización. Este esquema está formado por Ordenes, Clases, Subclases y Unidades (Esquema 1). Solamente el nivel más alto de generalización, que es el orden, está definido rígidamente en tres niveles; Apto (A), condicionalmente apto (CA) y no apto (N). El orden posee mayor significado para la evaluación ya que indica si una determinada área es apta o no para algún uso.

ESQUEMA 1. Estructura del esquema de evaluación de tierras (FAO, 1976).



Las tierras aptas, son las que con un uso sostenido para un propósito determinado, dan beneficios que justifican los insumos que exige, sin riesgo para el recurso tierra o áreas adyacentes.

Si los resultados no son positivos, es necesario clasificar a las tierras como no aptas, es decir, que tienen características que imposibilitan el uso sostenido para un propósito definido y que de lo contrario provocarían un desequilibrio o problemas de conservación, requiriendo además, de insumos muy elevados.

El orden condicionalmente apta (CA) sólo se utiliza en determinadas ocasiones, en que reducidas zonas de tierras dentro de un área, son aptas o reducidamente aptas siempre y cuando se les de un manejo especial.

Las clases, indican el grado de aptitud para un uso particular de las tierras y se enumeran en forma consecutiva con números arábigos, que aumentan conforme disminuye el grado de aptitud. El número de clases puede ser ilimitado, pero se recomienda la utilización de tres solamente, para así poder satisfacer los objetivos interpretativos. Las clases recomendadas son: altamente apta (1), moderadamente apta (2) y marginalmente apta (3).

En el caso del orden no apta (N) se utilizan generalmente dos clases: la N1 que incluye tierras cuyas limitaciones pueden ser corregidas con el paso del tiempo y la N2 que tiene limitaciones permanentes.

Las subclases de aptitud indican el tipo de limitaciones más importantes en un uso definido de la tierra; las sub-

clases se representan por medio de letras minúsculas con significado mnemotécnico. El número de subclases depende de la finalidad que tenga la clasificación.

Las unidades constituyen la categoría más baja y son subdivisiones de la subclase; definen en detalle las limitaciones y se indican con números arábigos precedidos de un guión.

El resultado final de la evaluación debe comprender la descripción del contexto físico, económico y social de la zona de estudio; información de las clases principales de uso de las tierras; elaboración de mapas, cuadros y textos que indiquen los grados de aptitud de las unidades cartográficas y sugerencias sobre el manejo y mejoramiento de las tierras (Hernández, op. cit.).

## La fotografía aérea

La obtención de información por medio de fotografías aéreas, es parte general de la teledetección o percepción remota. Se refiere a la utilización de instrumentos, denominados sensores, basados en el principio de la reflectancia espectral, que consiste en la captación de fotografías, grabados u otras formas de registros electromagnéticos de la superficie de la tierra, desde una cierta distancia (White, 1977).

Las fotografías aéreas, para la mayor parte de las formas de interpretación se toman en exposiciones sucesivas a lo largo de una línea de vuelo, con una superposición entre una foto y otra de un 60%. Si el área a fotografiar es demasiado ancha para ser captada por completo de una sola pasada, se suelen seguir líneas de vuelo adicionales y paralelas que se superponen en un 30% con las líneas de vuelo contiguas. Para la toma de las fotografías se requiere de la ausencia de nubes, ausencia de velo atmosférico y cierta inclinación de los rayos solares.

Para la interpretación de las fotografías, se recomienda un análisis de mosaico de línea estereoscópica de fotos alternas; esta interpretación consiste en dibujar contornos del objeto de estudio de manera que se separe del resto de los objetos bajo criterios de forma, tamaño, color, tono, textura y estructura. El tono hace referencia a los matices de gris de las imágenes y ayuda a analizar el tipo de vegetación, la

porosidad del suelo, humedad, etc.; la estructura nos indica los modelos de distribución de la vegetación, afloramientos rocosos y análisis de la red de avenamiento (Strandberg, H. C., 1975).

El objetivo y ventajas del reconocimiento aéreo, es que mediante las fotografías se puede buscar, medir y determinar el significado de los objetos y fenómenos reales más rápida y económicamente.

Con los registros obtenidos por medio de las fotografías y la interpretación que de éstas se hace, podemos auxiliarnos en investigaciones de recursos naturales, identificación de diferentes sistemas de cultivo, plagas, tipo de vegetación, límites entre unidades de suelo y diferentes propiedades de los mismos. Todo esto nos facilita el reconocimiento preliminar y la elaboración de los mapas para una evaluación adecuada.

## La mineralogía de suelos y su fertilidad potencial.

La fertilidad de un suelo depende de muchos factores, no es en ningún caso cuestión puramente química que depende de la cantidad de alimentos para las plantas que contenga el suelo; influyen mucho en la producción de un suelo fértil las condiciones físicas, químicas y biológicas que regulan el abastecimiento de agua, aire y nutrimentos de la planta. Así tenemos que, la textura del suelo que se refiere a la proporción relativa de arenas, limos y arcillas (Ortíz V., et al., 1980) da una idea general de las propiedades físicas y químicas del mismo; un suelo con textura fina posee una mayor capacidad de retención de agua y un espacio poroso total mayor (León, A. R., 1984). Las fracciones más gruesas como la arena y el limo, desempeñan generalmente el papel de armadura o esqueleto, teniendo además un gran volumen de espacios no capilares que aseguran un buen drenaje y una buena aireación. Como regla general se puede afirmar que la reactividad del suelo se fija en la porción arcilla que tiene una gran superficie específica; se refiere a la superficie total por unidad de peso que varía inversamente con el tamaño de la partícula; además poseen una gran capacidad para absorber el agua, se inchan al humedecer y se contraen al secarse. Estas contracciones y expansiones tienen una relación importante con la estructura y propiedades de laboreo de los suelos.



La presencia de arcilla hace posible la reunión de las partículas finas en partículas compuestas, debido a sus propiedades cohesivas y adhesivas. También se forman terrones gruesos que al secarse se vuelven duros y hacen tan difícil el laboreo como sucede en la mayor parte los suelos del área de estudio, clasificados como Vertisoles.

Con la cohesión y adhesión está estrechamente relacionada la plasticidad. Los suelos que contienen proporciones apreciables de arcilla son plásticos cuando se humedecen. Esta propiedad, si bien es muy deseable en las arcillas para modelar, no es conveniente para los suelos agrícolas y por esto no se deben trabajar cuando están lo suficientemente húmedos para ser plásticos.

Una de las principales características de los Vertisoles es su alto contenido de arcillas dilatables del tipo 2:1. Son típicos de un área climática con estaciones muy secas y estaciones muy húmedas; tienen un alto coeficiente de contracción expansión; presentan una consistencia en húmedo extremadamente plástica. Como es de esperar, por el alto contenido de arcilla y su composición, la capacidad de intercambio catiónico es relativamente alta, en la zona varía entre 68.5 y 26 me/100 g.

Importancia de la evaluación de la precipitación e índices de aridez.

La precipitación junto con otros factores, es esencial para el desarrollo de la agricultura. Las plantas satisfacen sus necesidades hídricas, tomando una mínima parte del vapor que existe en la atmósfera (a través de las hojas) y la parte más importante del agua de lluvia. Los requerimientos hídricos varían con el grado de desarrollo de las plantas y con la época del año.

La lluvia tiene gran influencia en el crecimiento y rendimiento adecuado de los cultivos, en el desarrollo de enfermedades y la presencia de plagas (Torres, 1983).

Tomando en cuenta los factores citados anteriormente y dada la variabilidad de la precipitación (variabilidad que aumenta conforme se hace más escasa la cantidad media de lluvia en cierto tiempo), es necesario conocer su comportamiento. Un método que cumple con estas características, es el propuesto por Mosiño y García (1981), estos autores utilizan la distribución Gamma ajustada a las series de precipitación en un tiempo determinado.

El empleo de la moda por sí sola, en lugar del promedio, representa una ventaja ya que se ha observado que este valor se ajusta satisfactoriamente al comportamiento de los patrones de lluvia, además de indicarnos si un área dentro de una

zona semiárida es propicia o no para la agricultura desde el punto de vista de la precipitación. Para obtener el valor de la moda anual, mensual o semanal dependiendo de los objetivos que se persigan, es necesario tener datos de por lo menos 30 años, para obtener un valor confiable (Mosiño et al., op. cit.).

El índice de aridez propuesto por Stretta y Mosiño, es un dato auxiliar para el establecimiento de cultivo, ya que relaciona las temperaturas máximas y mínima, la precipitación anual promedio y el coeficiente de variación de las series de lluvia.

## AREA DE ESTUDIO

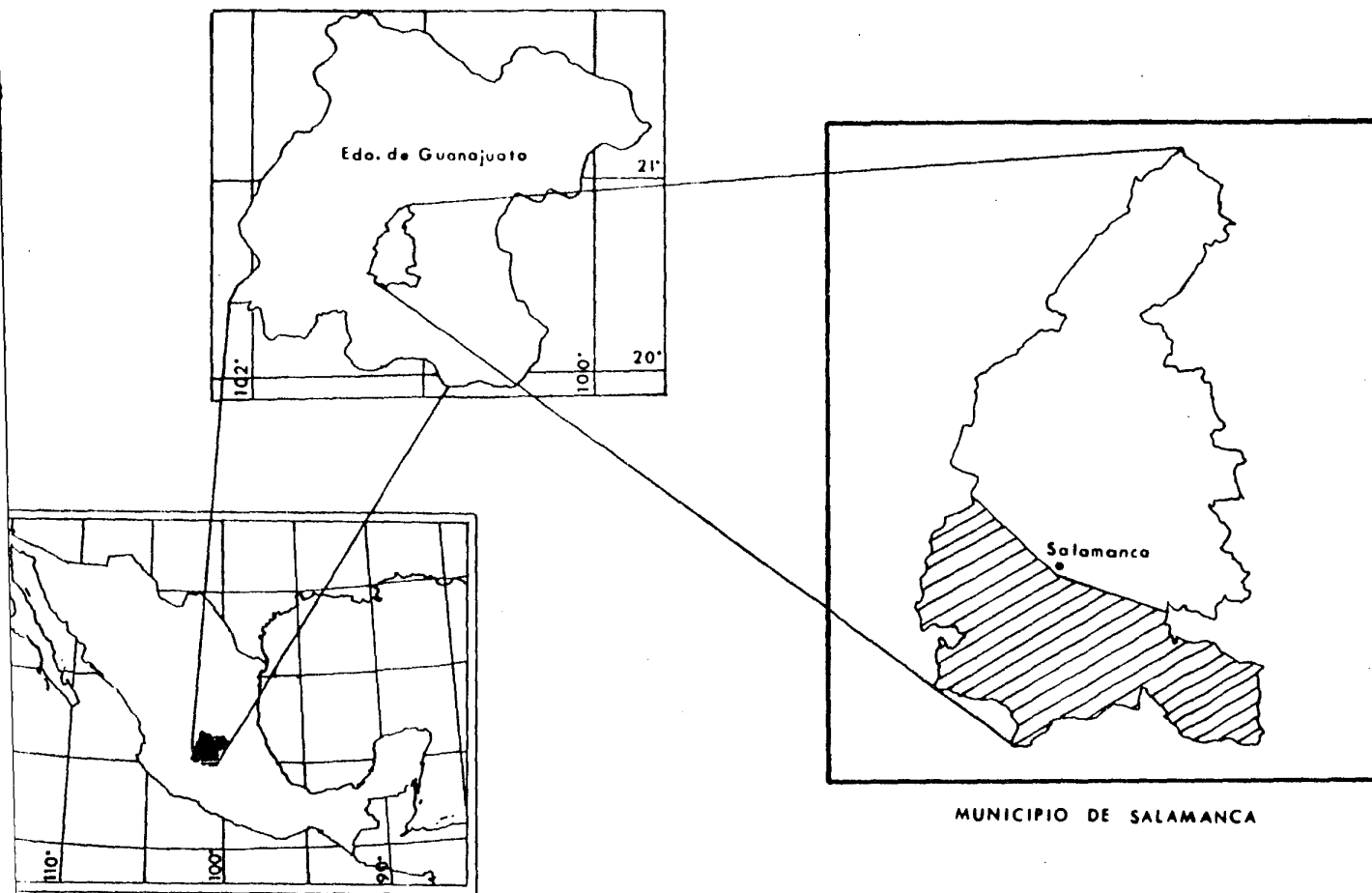
### Localización

La zona de estudio constituye la parte sur del Municipio de Salamanca, Estado de Guanajuato y abarca 28,137 ha. está localizada entre los 20° 25' y 20° 35' de latitud norte y de los 101° 00' a los 101° 20' longitud oeste (Fig. 1). Colinda al este con los Municipios de Villagrán y Cortazar; al sur con los Municipios de Jaral del Progreso y Valle de Santiago y al oeste con el Municipio de Pueblo Nuevo.

La zona está muy bien comunicada, ya que por ella cruzan las Carreteras Federales Número 43 y 45 y el ferrocarril México-Ciudad Juárez; posee además, una serie de caminos de fácil acceso, lo que da a la zona una infraestructura importante tanto para la industria como para la agricultura.

### Geología y Geomorfología.

El área de estudio pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y a la subprovincia del Bajío Guanajuatense, integrada por lomeríos, serranías, valles estructurales y una serie de planicies de origen lacustre con depósitos de aluvión, provenientes del Río Lerma y de La Laja principalmente. Aproximadamente el 75% de la zona pertenece a los aluviones del Cuaternario y el 35% restante corresponde al Terciario, formado por rocas ígneas como andesita, riolita, toba, basalto y brecha volcánica. Al norte de la zona exis-



ra 1. Mapa de localización del área de estudio.

ten una serie de serranías de origen volcánico y al sur conos volcánicos; estas características junto con la presencia de fallas hacen que el valle sea estructural (Fig. 2).

### Hidrografía

La hidrología de la zona está formada principalmente por el Río Lerma que fluye de SE a NO; y el Río de La Laja que es un afluente del primero y tiene un flujo similar. También existen una serie de arroyos; unos provenientes de la Sierra del Copal localizada al norte y otros, que son el escurrimiento de la parte volcánica al sur del municipio. Estos escurrimientos sirven para abastecer el sistema de riego de la zona.

### Clima

En la mayor parte de la zona predomina un clima (A) c (W) que es seco con un porcentaje de lluvia invernal menor de 5mm; la zona se encuentra entre las isoyetas de 675 y 700 mm de precipitación anual. El mes más cálido es mayo con una temperatura entre 20 y 25° C y el mes más frío es enero con una temperatura menor a los 10° C (Tamayo, 1975).

### Suelos.

Por su origen, los suelos de la región son de dos tipos:

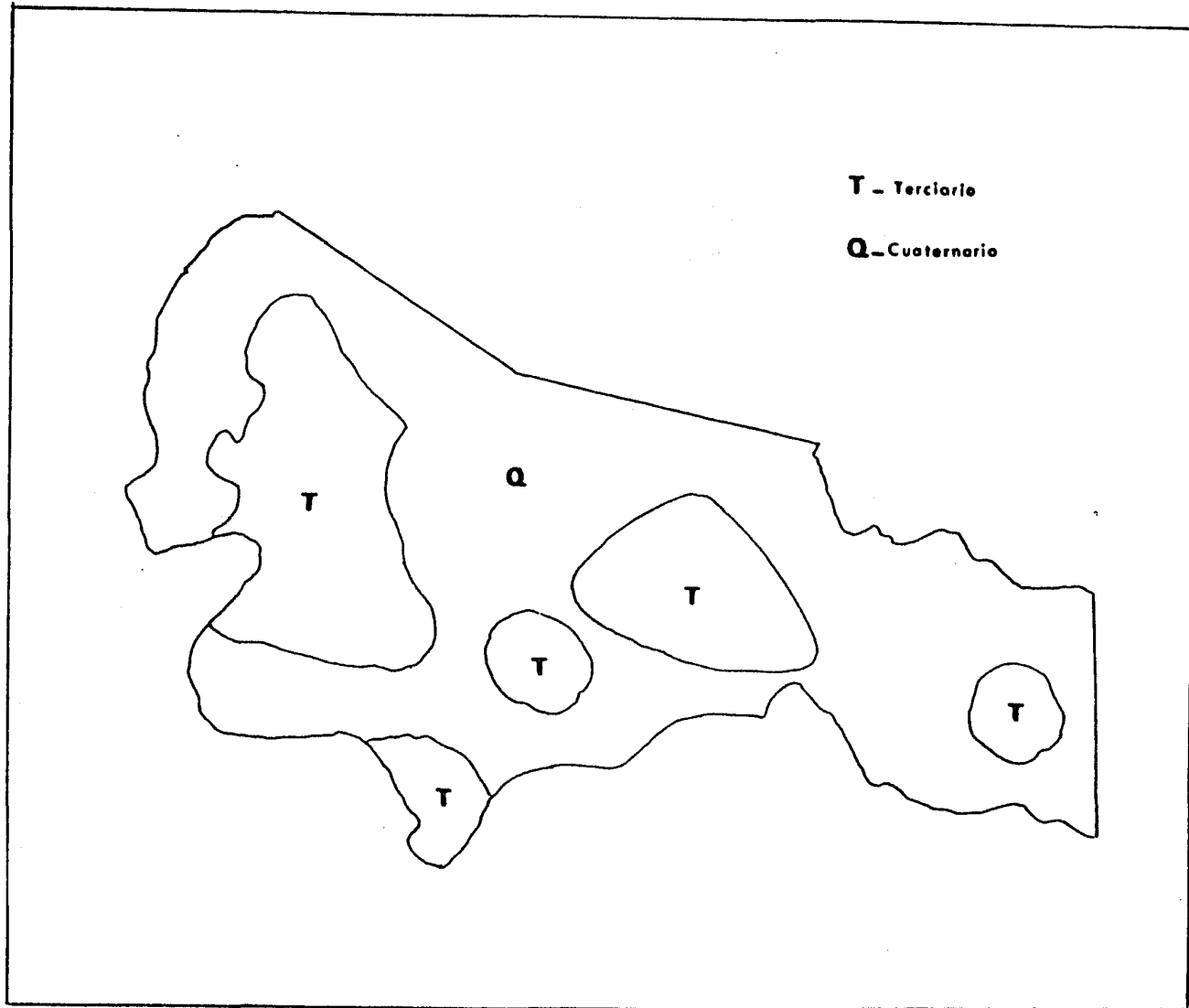


Figura 2. Mapa geológico de la parte sur del municipio de Salamanca, Gto.

los derivados de aluviones y los desarrollados a partir de la roca o material que los sustenta. De acuerdo con sus unidades de clasificación, se identifican Vertisoles Pélicos, Feozems Háplicos y Litosoles.

Vertisoles. Se caracterizan por presentar 30% o más de arcilla en todos los horizontes, presentan grietas de desecación de por lo menos un centímetro de ancho hasta una profundidad de 50 cm durante una parte del año; tienen un alto coeficiente de expansión, consistencia húmeda plástica, montmorilonita como mineral arcilloso predominante, contenido de materia orgánica de 1 a 3% y colores oscuros de tonalidades bajas (Duol, S. W. et al., 1931).

En general, los Vertisoles se desarrollan en zonas donde los patrones climáticos son de tipo monzónico, con épocas húmedas y secas durante el año (op. cit.).

Feozem. Estos suelos presentan un horizonte A mólico y carecen de horizonte cálcico, gípsico o de concentraciones de cal dentro de los primeros 125 cm de profundidad; no poseen horizonte B nátrico u ócrico; presentan una baja salinidad; tienen un contenido de arcilla que va de 20 a 40%; cuando carecen de un horizonte B argílico no presentan propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad (Fitzpatrick, 1984).

Litosoles. Estos suelos están limitados en profundidad



por roca continua dentro de los 10 cm de profundidad de la superficie. Se localizan principalmente en zonas montañosas pero pueden presentarse en superficies planas (op. cit.).

## Vegetación

En esta parte del municipio existen zonas dedicadas a la agricultura de temporal, agricultura de riego, matorral subtropical y matorral halófilo (Fig. 3).

Matorral subtropical. El estrato superior está constituido por Lamprocarum sp. (órgano), Ipomea sp. (casahuate), Opuntia sp. (nopal), Acacia sp. (Huizache), Prosopis laevigata (mezquite).

El estrato medio está constituido por Acacia sp. (huizache), Mimosa sp. (uña de gato), Salvia sp. Forestiera sp. (acihuche).

El estrato inferior está formado por Bouteloua sp. Chloris sp., Croton sp., Eragrostis sp., Asclepia sp.

Matorral halófilo. El pastizal halófilo se desarrolla en zonas que presentan acumulaciones de sales y sus áreas son bastante restringidas. Lo forman principalmente Distichlis spicata, Hilaria sp. y Buchloe sp.

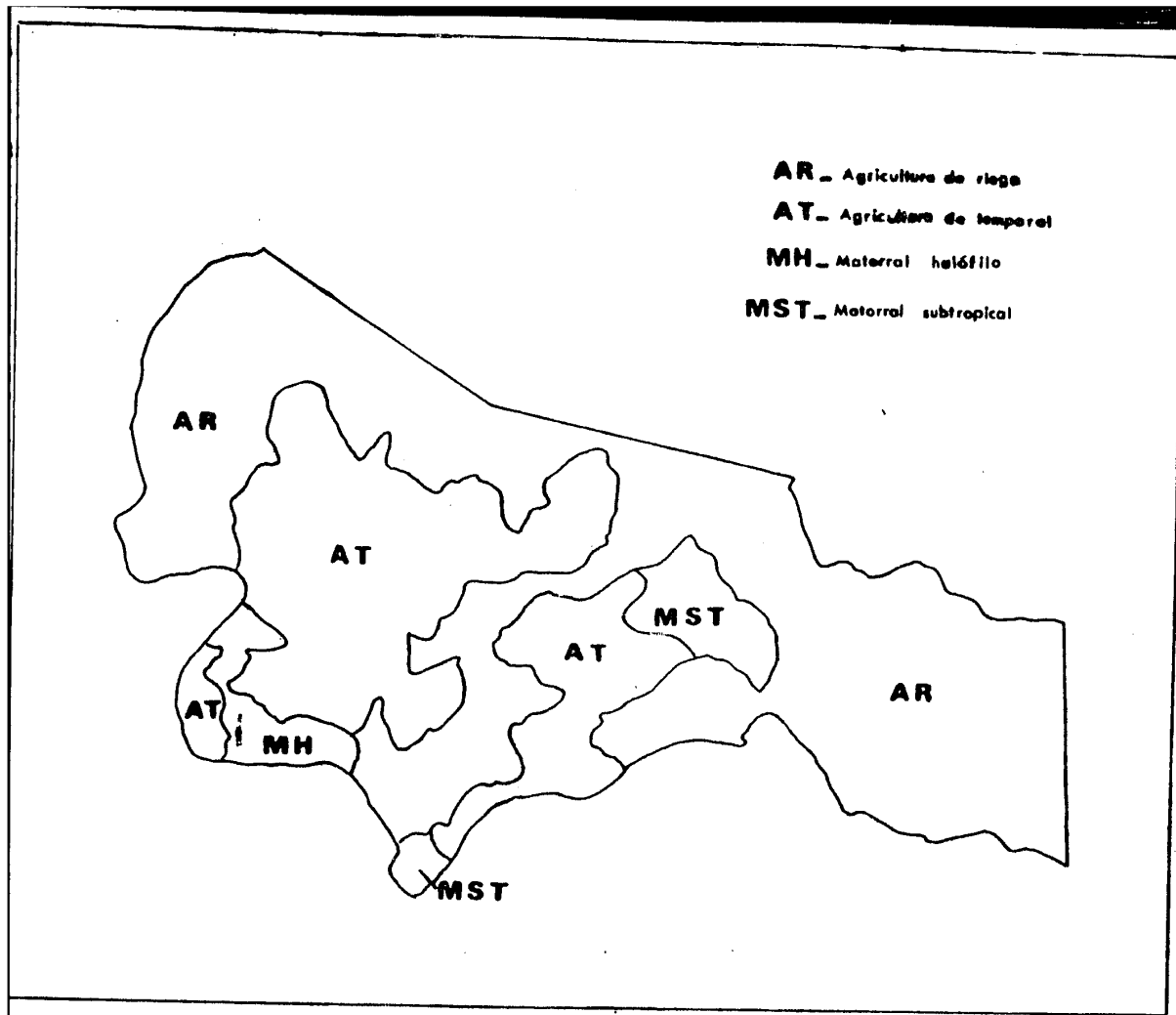


Figura 3. Mapa de vegetación de la parte sur del municipio de Salamanca, Gto.

Características generales de los principales cultivos de la región.

El Municipio de Salamanca tiene en muchos de sus cultivos relieve a nivel nacional. Entre los cultivos principales se encuentran el trigo, sorgo y alfalfa.

La superficie dedicada al cultivo de trigo, que es principalmente de riego (Conde, 1973), se ha reducido paulatinamente, en el Municipio de Salamanca, de 11,175 ha en 1970 (S.P.P., 1970) a 3,000 ha en 1973 (SARH, 1979), al igual que la dedicada al cultivo de maíz; pues se han sustituido por cultivo más remunerativos como el sorgo y la cebada. Estos productos tienen una creciente demanda por parte del sector ganadero. El cultivo de la alfalfa ha venido creciendo también, como consecuencia de la demanda de la ganadería.

El cultivo del sorgo se ha convertido en uno de los más importantes para la economía del Estado de Guanajuato, a tal grado que en Salamanca la superficie cosechada ha aumentado de 1,269.4 ha en 1970 a 6,000 ha en 1980 (SARH, 1980); esto se debe a que su resistencia a la sequía le permite desarrollarse en forma mucho más satisfactoria y por regla general los rendimientos obtenidos son más altos.

Sorgo (Sorghum vulgare, Pers)

Es una especie vegetal que pertenece a la familia de las

gramíneas; es utilizado como forraje, para grano de engorda de animales y en la industria. Tiene un hábito de crecimiento anual, ciclo vegetativo con un rango muy alto; en general las variedades de mayor rendimiento son de 120-140 días; es una planta sexual, monóica, hermafrodita, incompleta y perfecta. Su multiplicación es por semilla (Matons, 1943).

Las raíces del sorgo son adventicias y fibrosas. La extensa ramificación y amplia distribución del sistema radical es una de las razones por las cuales el sorgo es tan resistente a la sequía. La planta puede permanecer latente durante largos períodos de sequía sin que las partes florales en desarrollo mueran; cuando las condiciones vuelven a ser favorables otra vez puede continuar su crecimiento.

Los tallos son cilíndricos, erectos, sólidos y tienen una altura de 4-5 m; están divididos longitudinalmente en entrenudos cuyas uniones las forman los nudos, de los cuales emergen las hojas. Estas son alternas y las vainas florales son largas; en las variedades enanas se encuentran superpuestas.

La inflorescencia del sorgo es una panícula que puede ser compacta, semicompacta o cubierta dependiendo de la variedad.

Esta gramínea se cultiva en muchas regiones de Africa, su probable origen en la India, Manchuria y los Estados Uni-

dos de Norteamérica. En México este cultivo empezó a adquirir importancia aproximadamente en 1958; con el transcurso de los años esta importancia se ha incrementado y se ha extendido a casi todos los Estados de la República.

El sorgo es una especie que se adapta a condiciones ecológicas y edáficas muy diversas (Robles, 1982), la temperatura media óptima es de 29.6 C. Se cultiva en zonas tropicales y templadas y puede desarrollarse en zonas muy áridas. Su capacidad para soportar la sequía, la tolerancia a ciertas proporciones de sales solubles y álcali hace del sorgo un cultivo valioso en las zonas marginales.

El suelo debe tener una capa cultivable de por lo menos 20 cm de profundidad; requieren un pH entre 5.5 - 7.5.

El área comprendida entre los 45° latitud norte y los 35° latitud sur es donde se pueden obtener mayores rendimientos. Raramente se cultiva más allá de los 1,300 m.s.n.m., la época de siembra para el Bajío va desde el 15 de abril al 15 de mayo y se cosecha del 15 de octubre al 15 de diciembre, antes de que el grano alcance su madurez completa. Las variedades de ciclo tardío, se emplean en el cultivo bajo condiciones de riego; las variedades precoces se recomiendan para siembras de temporal.

## Trigo (Triticum aestivum, L.).

El cultivo de trigo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo, quizás por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo. En la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial (trigo, maíz, arroz y cebada).

Es una planta anual de la familia de las gramíneas, tienen el grano desnudo y farináceo y se cultiva para la alimentación del hombre.

Las primeras raíces del trigo que se desarrollan durante la germinación al cabo de poco tiempo cesan de crecer, se atrofian y mueren; las que sirven para alimentar a la planta hasta la maduración del grano son siempre raíces adventicias que se desarrollan en la parte inferior del tallo en todos los nudos que están en contacto con el suelo. Estas raíces secundarias son muy numerosas y forman una gran cabellera; de ordinario sólo penetran unos centímetros en el suelo, pero en circunstancias muy favorables pueden alcanzar profundidades de más de un metro.

El tallo o caña es hueco en la mayor parte de las razas y sólo lleno en los nudos, de cada uno de los cuales parte una hoja; la altura media varía de 0.50 - 2.00 m dependiendo de la mayor o menor longitud de los entrenudos.

Las espigas del trigo están formadas por espiguillas

dispuestas alternadamente en un eje central o raquis. Las espiguillas tienen de dos a cinco flores que más tarde forman el grano.

En las variedades se tiende a obtener trigos con alta capacidad de rendimiento y un amplio de condiciones ecológicas; la temperatura óptima para una buena producción oscila entre 10 y 25 C, sin embargo, es tolerante a bajas temperaturas en sus primeras fases de desarrollo. Se produce en regiones templadas y frías situadas entre los 15 y 60° latitud norte y los 27 a 40° latitud sur y desde cerca del nivel del mar hasta elevaciones de 3,000 m.

Necesitan entre 400 y 1 3000 mm de agua por año; alta humedad del aire y altas temperaturas limitan el cultivo ya que propician el desarrollo de enfermedades.

El suelo debe tener: una capa cultivable de por lo menos 20 cm de profundidad para un enraizamiento adecuado y, una estructura granular que permita la aireación y un buen drenaje. Los suelos muy alcalinos no son muy recomendables, los suelos con un pH entre 5 y 7 son los más adecuados.

Alfalfa (Medicago sativa, L.).

Es una planta forrajera que pertenece a la familia de las leguminosas. Es una herbácea perenne, su promedio de vida varía de 5 a 7 años dependiendo de la variedad del clima, del suelo y la disponibilidad de agua.

Tiene altas cualidades nutricionales, se le puede utilizar en verde, en silado, henificado, como harina y en mezclas con otros cultivos. Es bueno como cultivo para rotación por la gran riqueza en nitrógeno que aporta al suelo. Tiene gran amplitud de variación a las condiciones climáticas y edáficas y se le puede tener varios años en explotación continua.

La alfalfa fue introducida a México por los conquistadores españoles, su lugar de origen es Asia Menor.

Desarrollan una raíz principal pivotante de 2 - 3 cm de diámetro que penetra hasta profundidades de 2 m durante su primera estación de crecimiento. Para el segundo año puede penetrar entre 3 - 3.5 m. Desarrollan pocas raíces secundarias que siguen un curso paralelo a la raíz principal.

Tienen tallos herbáceos delgados y ramificados de 60-90 cm de altura. Puede haber de 5 a 25 tallos por planta que nacen de una corona leñosa de la que brotan nuevos tallos, cuando los viejos maduran o se cortan.

Se adapta a climas templados, cálidos y secos; en México se produce en varias zonas altas, aproximadamente a una altitud de 1,765 m; de 500-600 m.s.n.m. es el límite más bajo para su mejor desarrollo. Si el cultivo es destinado a la producción de semilla es muy importante tomar en cuenta que



la alfalfa necesita para florecer una luminosidad solar de 12 a 15 ha diarias y una temperatura de 21 a 38° C.

Sus rendimientos son mejores en suelos margosos profundos, en los arcillosos o en los de margas arenosa que estén bien drenados y con un contenido relativamente alto de materia orgánica. Puede crecer sobre suelos moderadamente alcalinos, pero no en suelos ácidos (7.3 - 6.2).

Las fechas de siembra más adecuadas para las regiones con inviernos moderados son en septiembre y octubre. Para la cosecha de forraje se hacen los cortes al iniciarse la floración más o menos cuando haya 10% de flores. En el invierno o época de lluvias se cosecha cuando los retoños o nuevos brotes tengan de 3 a 5 cm.

## METODOLOGIA

### Muestreo de suelos

La colecta de suelos se realizó utilizando la técnica conocida como muestreo libre (Cuanalo, 1981), que incluye reconocimientos básicos de la zona de estudio tales como geología, geomorfología, hidrología, relieve, clima, suelos y vegetación. Estas observaciones se llevaron a cabo con ayuda de las cartas elaboradas por DETENAL (F-14-C-63, SALAMANCA y F-14-73, VALLE DE SANTIAGO) y con fotografías aéreas pancromáticas en blanco y negro con escala 1:50,000.

Con base en lo anterior se eligieron los puntos de muestreo representativos para el área de estudio. Una vez marcados en las fotografías y en el mapa topográfico, se procedió a hacer los perfiles en el campo. Las muestras se tomaron por horizontes, para determinarlos, se consideraron color, textura estructura, compactación y raíces; también se hizo una descripción de campo para cada uno de los perfiles. En total se colectaron 65 muestras correspondientes a 21 perfiles.

### Análisis de suelos

Preparación de muestras. Las muestras obtenidas se secaron al sol para después molerlas en un mortero de madera y pasarlas por un tamiz con malla de 2 mm.

## Análisis Físico

Textura. Se realizó por el método del hidrómetro de Douyoucos modificado por Villegas et al., (1977).

Densidad aparente. Se utilizó una probeta de 10 ml, relacionado peso y volumen del suelo (Am. Soc. for Test and Mat., 1958).

Porosidad. Se determinó relacionando los valores de densidad real y aparente (Vomosil, 1965).

Permeabilidad. Se determinó calculando el volumen de agua que pasa en un tiempo determinado por un tubo que contiene suelo (Reeve, 1965, fórmula de Darcy, 1965).

Humedad higroscópica. Se hizo secando 100 gr de suelo en la estufa durante 24 hrs y a una temperatura de 110° C (Gavande, 1982).

Coefficiente de marchitez. Se sometieron 100 gr de suelo a una humedad relativa de 98% equivalente a una presión de 27.8 bars (Gavande, 1982).

Capacidad de campo. Se realizó aplicando a 100 gr de suelo previamente saturado, una presión de 1/3 de atmósfera para después calcular el porcentaje de humedad (Gavande,

op. cit.).

Agua aprovechable. Se obtuvo calculando la diferencia entre la capacidad de campo y el coeficiente de marchitez (Richards, 1954).

Análisis Químico.

pH. Se determinó mediante un potenciómetro en una relación suelo-agua 1:2.5 (Jackson, 1982).

Materia orgánica. Se hizo por digestión húmeda con dicromato de potasio y con calefacción espontánea por dilución con  $H_2SO_4$  y para determinar colorimétricamente con sulfato ferroso, utilizando la técnica de Walkey y Black modificada por Walkey (1947).

Capacidad de intercambio catiónico total. Se realizó percolando el suelo con amonio y posteriormente se destiló en Kjeldahl, recibiendo el destilado en ácido bórico para formar borato de amonio y poder así cuantificar con ácido sulfúrico (Peech, 1947).

Cationes intercambiables. Fueron cuantificados en el extracto de percolación.  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$  por titulación con versenato (Cheng y Bray, 1951).  $Na^+$  por flamometría (Reitmeier, 1973).  $K^+$  por flamometría (Williams, 1941).

Conductividad eléctrica. Se midió en extractos de saturación con un puente de conductividad eléctrica (Philips PR 9501).

Cationes solubles. Se cuantificaron en los extractos obtenidos de las pastas de saturación.  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  por titulación con versenato (Cheng y Dray, 1951).  $\text{Na}^{++}$  y  $\text{K}^{+}$  por flamometría.

Aniones solubles. Se determinaron en los extractos de saturación.  $\text{CO}_3^-$  y  $\text{HCO}_2^-$  por titulación con ácido (Reitemeier, 1943).  $\text{SO}_4=$  se determinó como precipitado de sulfato de bario (Dower y Huss, 1948).  $\text{Cl}^-$  por titulación con nitrato de plata (Reitemeier, 1943).

Fósforo. Se cuantificó con un método colorimétrico utilizando una solución extractora de fluoruro de amonio (Dray, 1945).

### Análisis Mineralógico

Tipo de arcilla. Se determinó en 6 perfiles representativos; primero se separó la fracción arcilla por sedimentación y posteriormente se identificó por difracción de rayos X, con un aparato de ondas electromagnéticas (Phillips) que acelera los electrones que chocan contra el mineral y éste difracta los rayos según su estructura cristalina, obteniéndose así un diagrama de polvo (Black et al., 1965).

Caracterización de la precipitación pluvial e índices de aridez.

Caracterización de las lluvias. Se calcularon las modas de la precipitación anual para 17 estaciones meteorológicas, con el método de la distribución Gamma (Mosiño et al., op. cit.) con la finalidad de trazar las isoyetas de la parte sur del Estado de Guanajuato.

Se calculó la probabilidad de obtener la precipitación anual requerida por el trigo, sorgo y alfalfa; con base en los valores del parámetro gamma ( ) y el coeficiente de variación. Esto se hizo solamente para la parte sur del Municipio de Salamanca, al que le corresponden las estaciones meteorológicas de Los Razos, Valtierrilla y Salamanca.

Índices de aridez. Se calcularon con la fórmula Stretta-Mosiño (Mosiño, 1983) para las 17 estaciones antes mencionadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

## Mineralogía de los suelos y su fertilidad potencial

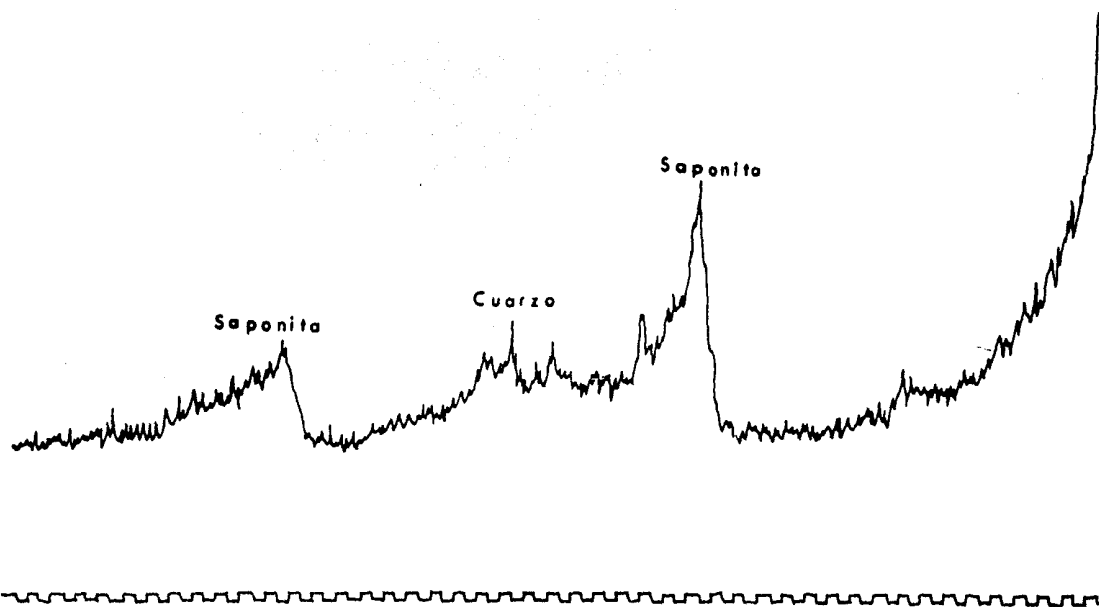
De los 21 perfiles muestreados en la zona, sólo se tomaron seis para el análisis de rayos X.

Fueron seleccionados con base en la representatividad de las diferentes características ambientales.

Los diagramas de difracción de rayos X (Fig. 4) fueron similares para las seis muestras que se analizaron y nos muestran que la arcilla predominante es la saponita, también se detectaron minerales de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) y feldespatos ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ). Y en algunos casos se distingue la haloisita que es una arcilla del tipo 1:1.

La saponita es de tipo 2:1 y pertenece al grupo de la montmorilonita, que está constituido en su red cristalina unitaria por dos láminas de tetraedros de sílice y una lámina intermedia de octaedros de aluminio, unidas entre sí por enlaces débiles de oxígeno, que les confiere una alta expandibilidad y permite la entrada fácil de las moléculas de agua y de cationes hidratados en su espacio interlaminar. La saponita difiere de la forma teórica general por sustituciones en el látice de aluminio. Estas sustituciones son de magnesio, que ocupa completamente el octaedro. Minerales de este tipo, en donde todos los sitios posibles del octaedro están ocupados son llamados trioc-taédricos. Sus látices siempre tienen una diferencia de carga debidas a esta completa sustitución de  $\text{Al}^{++}$  por  $\text{Mg}^{3+}$ ; de esta manera cada sustitución deja una carga negativa insatisfecha en la capa si se genera su alta capacidad de intercambio catiónico.

MUESTRA No. 1



MUESTRA No. 2

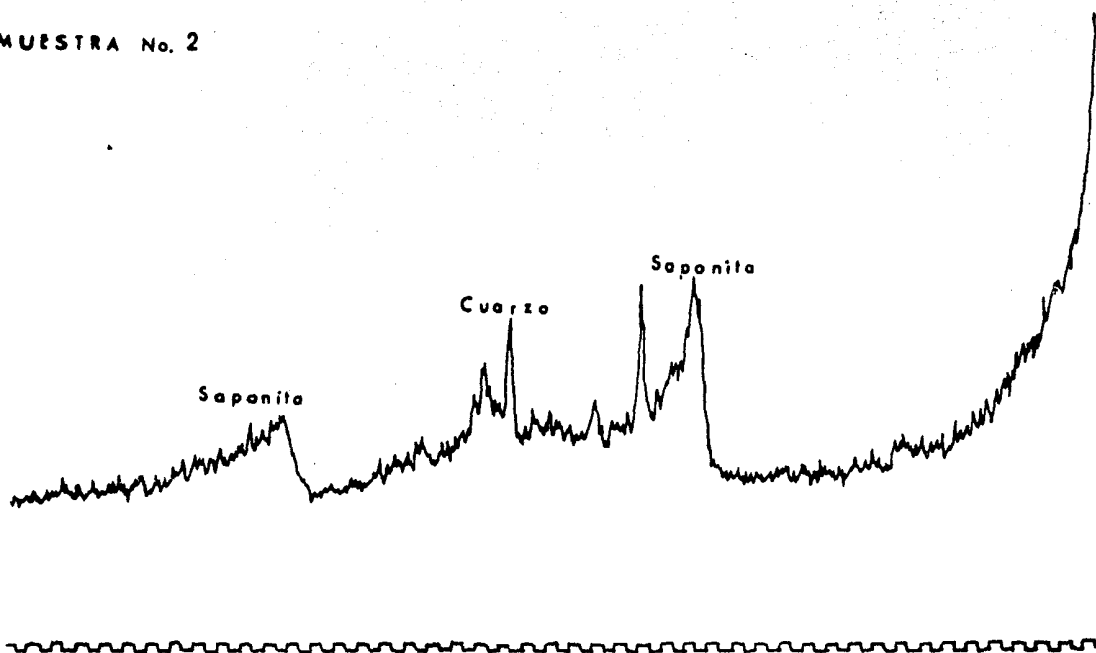


Figura 4. Diagrama de difracción de rayos X



Los análisis de nutrientes (Tabla 1) dieron resultados que son satisfactorios y si de ellos dependiera solamente la fertilidad, serían bastante buenos. Pero debido a la naturaleza arcillosa 2:1 de estos suelos existen algunas limitaciones en su aprovechamiento. Las arcillas de este tipo fijan el potasio en terreno seco, esto sucede porque los iones de potasio son aprisionados entre las unidades estructurales que se contraen a medida que el suelo se seca. Algunos de estos iones son liberados cuando de nuevo se humedece el suelo al separarse las capas, aunque a una velocidad bastante baja. Efectos similares suceden con el  $\text{NH}_4^+$ . La fracción arcilla actúa como un almacén que puede proporcionar  $\text{K}^+$  y  $\text{NH}_4^+$  lentamente durante un largo período (Brown, 1974).

El  $\text{Mg}^{2+}$  es el principal constituyente de la saponita y es una fuente de este elemento para las plantas.

La gran capacidad de intercambio catiónico es importante en la fertilidad de un suelo ya que determina una alta capacidad para retener los fertilizantes en competencia con la lixiviación. Es de mucha utilidad cuando el suelo es fertilizado con sales de potasio y sales de amonio, que al ser muy solubles en agua, serían fácilmente removidos del suelo por lavado, si no fueran retenidos los iones en la superficie de la arcilla por la diferencia de carga que presentan.

También es necesario analizar y tomar en cuenta los efectos de este tipo de arcilla sobre las propiedades físicas del suelo de importancia agrícola: son difíciles de labrar

of. m)	T E X T U R A			Clase Textural	Tipo de Arcilla	CICT meq/100g	Ca+	Intercambiables			Permea- bilidad
	Arena	Limo	Arcilla					Mg+	Na++	K++	
20	36	42	22	Migajón	Saponita	26.7	20.40	5.17	1.09	1.4	I
15	32	39	29	Migajón arcilloso	Saponita	49.8	44.3	6.11	5.4	1.98	I
20	35	33	32	Migajón arcilloso	Saponita	34.2	21.9	5.17	10.8	2.3	I
30	19	37	44	Arcilla	Saponita	35.9	22.4	2.82	10.8	1.2	I
20	18	30	52	Arcilla	Saponita	31.4	18.36	6.11	6.52	1.53	I
38	42	49	9	Migajón limoso	Saponita	31.0	20.91	5.6	1.9	1.6	I

Resultados del tipo de arcilla predominante en los 6 perfiles muestreados y algunos análisis relacionados.

porque son "pesados" y muy plásticos. Si se trabajan o remueven cuando están húmedos se vuelven aparentemente más arcillosos de lo que eran antes; además, les causa una mayor compactación. El suelo permanece persistentemente húmedo e impermeable a la filtración del agua y cuando se seca se contrae formando terrones duros y tenaces.

Un suelo arcilloso hay que ararlo cuando se encuentra apto para ser trabajado, en otras palabras, debajo del límite inferior de plasticidad, en cuyas condiciones todas las operaciones de cultivo tienden a desmenuzarse (Límite inferior de plasticidad, es cuando una pasta de suelo húmedo al hacerla girar para formar un cilindro se rompe en pequeños trozos).

Con relación al drenaje estos suelos son impermeables o poco permeables ya que las arcillas al ser las de menor tamaño entre los componentes minerales, rellenan los huecos que existen entre las partículas de arena y limo, lo que afecta a la porosidad que disminuye al aumentar la proporción de arcilla.

## Caracterización de la precipitación pluvial e índices de aridez.

Con los datos obtenidos del análisis de la distribución gamma, podemos observar que la moda de precipitación anual (Mo) (Tabla 2) para el Estado de Guanajuato varía 428.63 a 725.17 mm; para el caso específico de la zona de estudio, ésta se encuentra entre las isoyetas de 650 y 675 mm anuales (Fig. 5) distribuidos casi en su totalidad de junio a septiembre (Gráficas 1, 2 y 3).

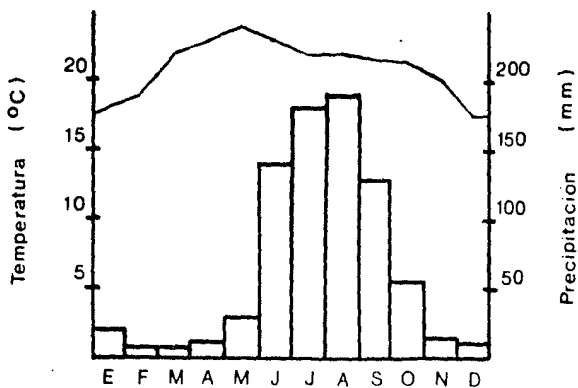
También se encontró que el índice de aridez para esta zona oscila entre 70 y 90 según la fórmula de Stretta-Mosiño (1963 (Fig. 6), lo que indica que el área corresponde a una zona semiárida.

Cabe hacer notar, que como se indica en la Tabla 3, la probabilidad obtenida a partir del parámetro  $\dots$ , de que se presente lluvia abundante, es baja. Con base en esto, se puede decir que el cultivo de sorgo no corre riesgo de sequía debido a sus bajos requerimientos de agua; sin embargo, en el caso del trigo y de la alfalfa, la cantidad de lluvia anual en la zona, se encuentra en el límite inferior de las necesidades de ambos cultivos.

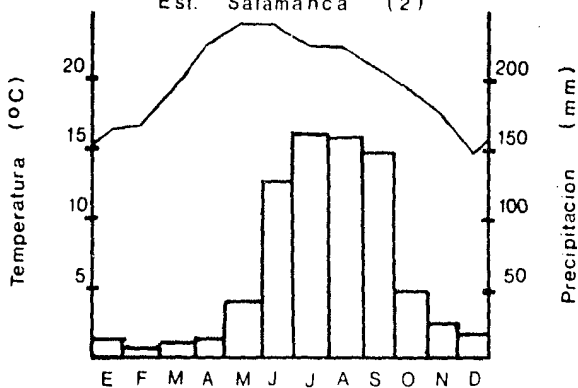
	Precipitación media (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)			Moda de la precipitación anual (mm)	Indice de Aridez
bn	523.2	28.4	5.1	151.8	11.87	479.2	73.4
bo	683.7	27.9	7.8	170.7	15.62	622.8	55.4
	619.8	31.1	6.9	164.8	14.14	576.13	77.0
	461.2	30.5	2.9	119.6	14.86	430.08	95.7
de							
os	497.7	29.9	2.5	184.9	7.24	428.63	84.7
al							
	505.2	31.2	7.3	153.6	10.82	458.65	95.2
ria	478.2	31.4	4.7	134.3	12.67	440.19	100.1
	719.7	30.5	9.8	-	-	656.64	63.5
	735.1	32.3	6.8	210.9	12.22	677.1	70.2
ra	733.1	30.5	6.8	-	-	691.47	62.2
ngo	708.08	32.8	5.4	-	-	673.72	74.5
	726.6	30.7	3.8	-	-	725.17	63.4
	663.3	30.9	7.1	-	-	617.17	71.0
	597.3	33.3	7.0	-	-	645.95	92.2
	714.6	32.2	7.2	-	-	653.53	71.9
	749.27	37.3	4.5	182.02	16.8	519.74	90.5
lla	660.34	38.8	0.1	167.9	15.46	617.4	102.8

Resultados del análisis de la distribución Gamma e índices de aridez.

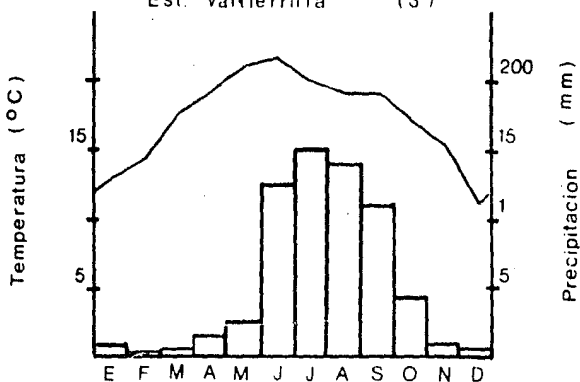
Est. Los Razos (1)



Est. Salamanca (2)



Est. Valtierrilla (3)



Gráficas 1, 2 y 3 climogramas de las 3 estaciones pertenecientes a la parte sur del Municipio de Salamanca.

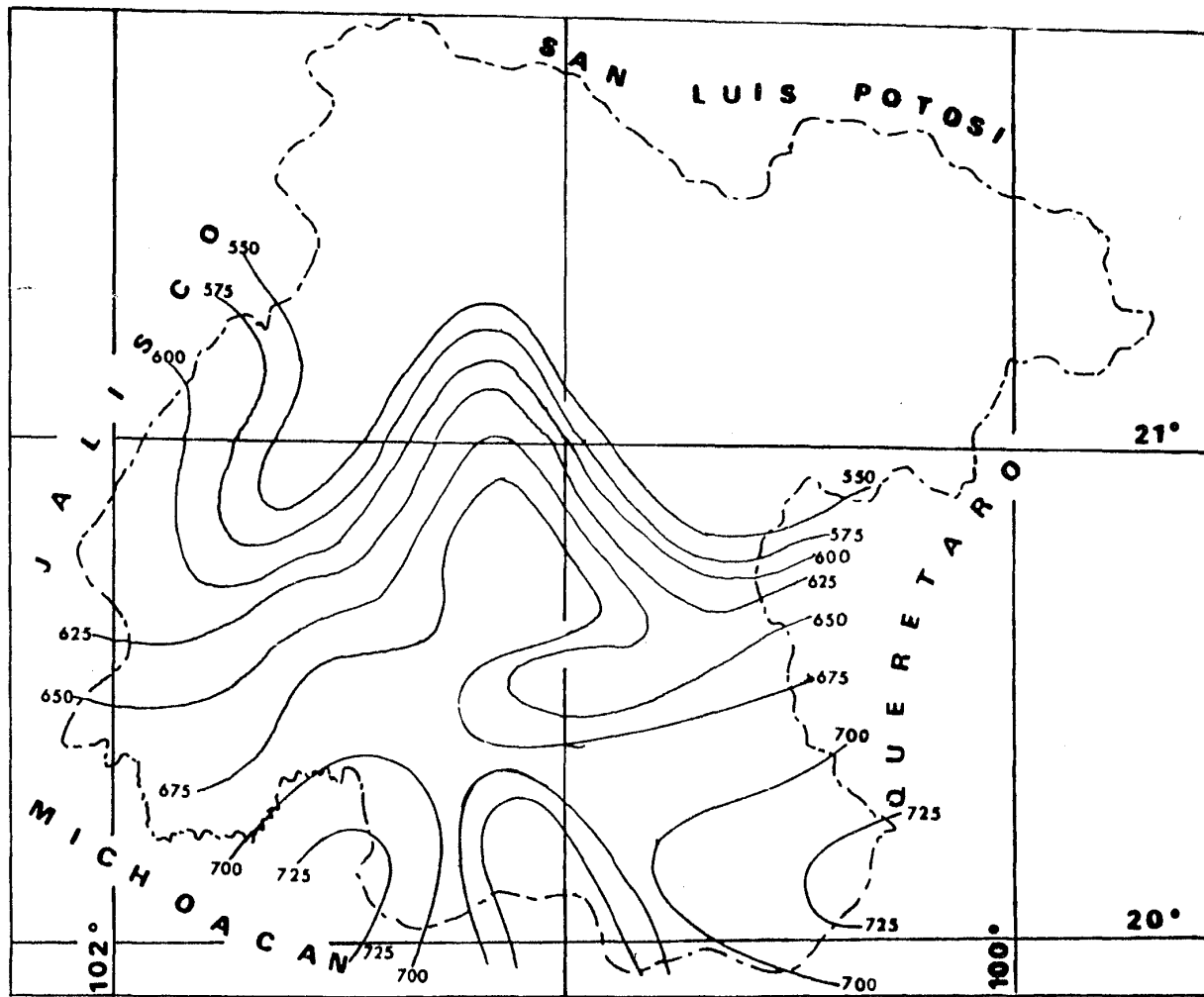


Figura 5. Mapa de isoyetas de la moda de precipitación anual del Edo. de Guanajuato.

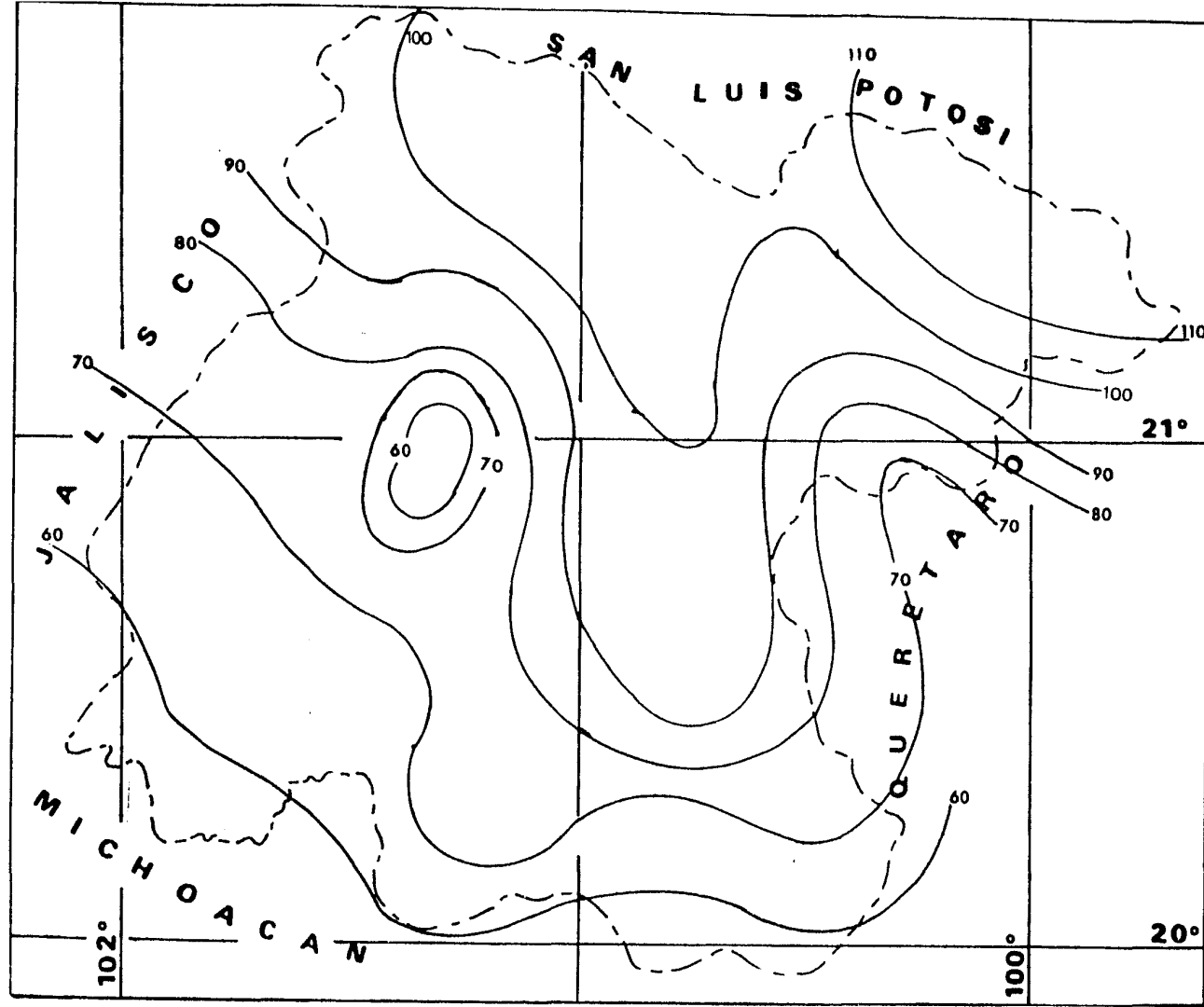


Figura 6. Mapa de isolineas de índices de aridez del estado de Guanajuato



Cultivo	Precipitación requerida (mm)	Probabilidad	Parámetro
Sorgo	Mínima 300	0.95	12.2-16.8
	Máxima 350	0.95	
Trigo	Mínima 400	0.95	12.2-16.8
	Máxima 1300	0.05-0.08	
Alfalfa	Mínima 400	0.90-0.93	12.2-16.8
	Máxima 750	0.48-0.57	

Tabla 3. Probabilidad de lluvia, en función del sorgo, trigo y alfalfa.

## APTITUD DE LAS TIERRAS

Como uno de los objetivos planteados fue el delimitar clases de aptitud de las tierras con base en sus características externas (geoformas, geología) e internas (textura, permeabilidad, agua aprovechable, profundidad efectiva, pH y conductividad eléctrica); la discusión se realizó por grupos.

### GRUPO I (Perfil 13)

El área que integra este grupo se ha ido incorporando poco a poco a la agricultura; se encuentra localizado en una geoforma de llanura lacustre entre lomeríos, a una altura de 1,700 m.s.n.m.; formado por suelos de origen autóctono, pertenecientes al período Terciario. Presenta una pendiente de menos de 2% lo que provoca que el agua de escurrimiento superficial sea casi nulo. Posee una profundidad efectiva promedio de 20 cm, lo que indica un suelo muy poco profundo (Storie, 1957), esta característica es limitante para el desarrollo de casi cualquier cultivo; en el caso del trigo y del sorgo se encuentra en el límite inferior para el buen desarrollo de sus raíces; y para la alfalfa, esta profundidad no es propicia.

Este suelo posee una clase textural migajosa en el horizonte Ap, lo que le confiere una estructura granular no plástica; el horizonte C presenta una clase textural arcillosa con un contenido de arcilla del 46% lo que le otorga una estructura subangular.

El alto contenido de arcilla junto con el escaso porcentaje de materia orgánica provocan que el suelo sea impermeable; después de lluvias o riegos fuertes, el suelo se sobresatura de agua y se encharca de forma temporal no obstante su densidad de 0.31 g/cc.

El pH es de 6.6 (ligeramente ácido) en el horizonte Ap y alcalino de 8.5 (Robinson, 1961), en el horizonte C. La conductividad eléctrica es alta, mayor de 15 mmhos/cc determinada en gran medida por cationes y aniones solubles; a pesar de esto tiene un bajo contenido de Na intercambiable lo que nos indica una fase salina en el perfil, condición que toleran muy pocos cultivos.

La baja permeabilidad de este suelo y el clima predominante en la zona ocasiona que la evaporación sea mayor que los procesos de lavado normal provocando una acumulación de sales solubles en agua en los horizontes superficiales, principalmente cloruros de sodio y sulfatos de sodio (Tabla 4).

Perfil 18

Precipitación 600-700 mm

Localización Ejido "Palo Alto" Salamanca, Gto.

Pendiente menor del 2%

Uso del suelos no se cultiva

Geoforma lomerío

Clasificación (A) C (Wo)

Altitud 1,700 m

Observaciones incorporación gradual a la agricultura

Material parental Terciario T (ige)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-20	Estructura granular; no plástico; pH 6.6; Materia orgánica 0.75%; Conductividad eléctrica 16.5 mmhos.
C	20-100	Estructura subangular; plástico; pH 8.5; M. orgánica 0.34%; C. eléctrica 18.0 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

Profundidad (cm)	D <sub>a</sub> (cm)	D <sub>r</sub> (cm)	Porosidad (%)	Textura			Clase Textural	Permeabilidad	Agua a 15°C (g/100g)	pH	% MO	CE (meq/100g)	CIC (meq/100g)	Cationes intercambiables (meq/100g)				Iones Solubles (mg/L)						P (ppm)			
				arena	limo	arcilla								Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	
0-20	0.8	2.6	73.4	32	45	23	Migajón	I	31.3	6.6	0.7	16.5	2.6	33.1	20.4	4.7	0.8	0.2	45.3	15.8	177	2.3	0.08	1.4	72.5	125	87
20-100	0.8	2.5	76.3	18	36	46	Arcilla	I	---	8.5	0.3	18.0	5.6	42.1	7.6	31.0	2.4	3.6	6.6	5.3	286	2.3	0.2	2.2	94	207	34

Tabla 4. Descripción y resultados del perfil 18

g materia / cm<sup>3</sup>  
 e.e. = 25 H<sub>2</sub>O  
 I impermeable

## GRUPO II (Perfiles 6, 8, 10, 11, 12, 14, 19).

Este grupo se caracteriza por estar localizado en una geoforma típica de valle; geológicamente pertenece al período Cuaternario; se encuentra a una altitud de 1,710 m. Los suelos de esta zona se formaron por depósitos de aluvión (condición predominante en el Bajío Guanajuatense), hecho que les confiere una profundidad efectiva mayor que el Grupo I, siendo el promedio de 60 cm, la máxima de 90 cm y la mínima de 20 cm. Por su origen, presentan un contenido de arcilla mayor del 30% llegando en algunos casos a alcanzar un 50%, por tanto la clase textural en este grupo va de arcilla a migajón arcilloso; el tipo de arcilla presente es la montmorilonita que pertenece al grupo de las arcillas expandibles, relación 2:1. Esta propiedad proporciona a los suelos un porcentaje de agua aprovechable elevado, existiendo un rango de 30 a 58%; posee una gran capacidad de retención de agua, que es una característica muy importante en suelos agrícolas. Sin embargo, debido al tipo de arcilla y al bajo contenido de materia orgánica (0.62 a 1.71%) la estructura del suelo es plástica y muy adhesiva provocando de esta forma una baja permeabilidad.

En lo que al pH se refiere existe un valor promedio de 7.5, el valor más bajo es de 5.8 y el más alto de 8.35 presentándose en general una tendencia a la alcalinidad, que se ratifica con el alto contenido de Na intercambiable e indica la existencia de una fase sódica no salina ya que la

conductividad eléctrica es menor de 3 mmohs. La existencia de esta fase sódica se debe en gran medida al manejo que se le da al suelo y al agua y a sus características texturales.

Todo esto se ve reflejado en el tipo de uso que se da al suelo, ya que en su mayoría cultivan sorgo (que es muy tolerante) y nopales como en el caso del Perfil 12, hasta el extremo de que no se cultiva la tierra y en ella se desarrollan pastos y vegetación secundaria (Perfil 19). (Tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11).

Perfil 6  
 Localización Ejido "Sarabia-Sn Bernardo" Salamanca, Gto.  
 Uso del suelos cultivo de trigo (mayo), sorgo (septiembre)  
 Clima C (Ho) (W)  
 Observaciones problemas de sales

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente menor del 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
A	0-35	Estructura subangular; friable; arcillo-limosa; microporos; pH 6.5; Materia orgánica 1.71%; Conductividad eléctrica 0.99 mmhos.
A	35-70	Estructura subangular; plástico; arcilloso; microporos; pH 7.35; M. orgánica 1.03%; C. eléctrica 0.95 mmhos.
C	70-95	Estructura subangular; plástico; limo-arcilloso; microporos; pH 7.4; M. orgánica 0.6%; C. eléctrica 1.33 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	D <sub>A</sub> (cm <sup>3</sup> )	D <sub>R</sub> (cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD (%)	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA A-INDICADA (%)	pH	% MO	C.E. (%)	% PSI	CICLOS (mg/100g)	CATIONES INTERCAMBIO (me/100g)				IONES SOLUBLES (me/L)						P ppm		
					arenosa	limosa	arcillosa									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>
A	0-35	1.0	2.2	52.5	21	40	39	Mig. arcilloso.	I	36.1	6.5	1.7	0.9	9.0	44.3	35.9	11.3	4.0	1.6	2.0	2.0	7.5	0.3	0.2	4.0	0.6	12.1	5.9
A	35-70	1.9	2.3	16.6	14	33	53	Arcilla	I	35.2	7.3	1.0	0.9	15.8	45.4	32.6	10.8	6.1	1.1	3.3	0.2	9.5	0.2	0.08	2.6	0.9	11.0	1.8
C	70-95	0.8	2.4	65.1	17	40	43	Arcillo-limoso.	P.P.	----	7.4	0.6	1.33	16.9	40.6	32.6	8.4	6.9	1.0	3.3	0.2	12.1	0.2	0.7	4.2	1.2	10.0	12

Tabla 5. Descripción y resultados de perfil 6

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 • @ 25°C H<sub>2</sub>O  
 I=impermable  
 P.P. Poco permeable

Perfil 8  
 Localización Ejido Sotelo, Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo cultivo de trigo  
 Clima (A) C (No)  
 Observaciones vegetación secundaria (mesquite)

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente menor del 2%  
 Geofoma llanura  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
A	0-20	

Resultados de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA (g/cm <sup>3</sup> )	DR (g/cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD (%)	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APROVECHABLE (%)	pH	% MO	CE (p.p.t)	% PSI	CICL (me/100g)	CATIONES INTERCAMBIALES (me/100g)				IONES SOLUBLES (me/l)						P ppm	MINERALOGIA			
				arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>			Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>	
0-20	0.9	2.5	63.8	35	33	32	Migajón arcilloso	I	36.6	8.2	1.1	1.6	31.5	34	21.9	5.2	10.8	2.3	2.0	0.0	18.9	0.3	1.0	6.4	15	12.1	21	Saponita	

Tabla 6. Descripción y resultados del perfil 8

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 •• 1.25/H<sub>2</sub>O  
 I Impermeable



Perfil 10  
 Localización \_\_\_\_\_  
 Uso del suelos cultivo de sorgo  
 Clima (A) C (No)  
 Observaciones \_\_\_\_\_

Precipitación 600-800  
 Pendiente 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1,710  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-30	Estructura subangular; muy plástico, adhesivo; arcilloso; pH 7.65; Materia orgánica 1.3%; Conductividad eléctrica 1.95 mmhos.
A	30-60	Estructura angular; plástico, adhesivo; arcilloso; pH 8.05; M. orgánica 1.03%; C. eléctrica 3.8 mmhos.
C	60-110	Estructura granular; friable, no plástico; areno-limoso; pH 7.45; M. orgánica 0.41%; C. eléctrica 2.65 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DA % /cm	D.R. % /cm <sup>3</sup>	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA A. PROMEDIO BLE %	pH (e)	% MO	CE (e)	% PSI	CICL mg /100g	CATIONES INTERCAMB mg /100g				IONES SOLUBLES (mg/L)						P d.d.m			
					arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>	
Ap	0-30	0.9	2.9	67.9	19	37	44	Arcilla	I	44.0	7.7	1.3	1.95	30	35.9	22	2.8	10.8	1.2	2.6	0.7	26.0	0.3	0.45	1.4	2.5	22.4	78	
A	30-60	0.8	2.3	63.5	14	39	47	Arcilla	I	58.5	8.0	1.0	3.8	52	33.8	20	7.6	22.8	1.5	4.0	0.5	17.3	0.3	1.2	3.2	2.7	30.5	27	
C	60-110	0.8	2.3	63.4	28	50	22	Mig.limoso	I	---	7.5	0.4	2.5	5.9	39	19	7.9	2.3	0.3	1.3	0.7	37.8	0.2	1.0	4.6	1.4	35.8	23	

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 e = 25/H<sub>2</sub>O  
 I: impermeable

Tabla 7. Descripción y resultados del perfil 10

Perfil 11  
 Localización Ejido "San Bernardo" Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo cultivo de sorgo  
 Clima (A) C (No)  
 Observaciones \_\_\_\_\_

Precipitación 600-800  
 Pendiente menor del 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1.710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-18	Estructura subangular; pH 7,0; Materia orgánica 1.23%; Conductividad eléctrica 0.55 mmhos.
A	18-47	Estructura angular; grietas verticales y horizontales; película arcillosa; pH 8.25; Materia orgánica 0.96%; Conductividad eléctrica 0.72 mmhos.
C	47-100	Estructura subangular; pH 8,85; Materia orgánica 0.34%; Conductividad eléctrica 1.33 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

HORizonte	PROFUNDIDAD (cm)	DA	DR	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA A PROVEENBLE %	pH	% MO	CF	CIC me/100g	CATIONES INTERCAMBIO me/100g				IONES SOLUBLES (me/L)					P ppm				
					arena	limo	arcilla								Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>		HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
Ap	0-18	0.8	2.5	60.2	29	36	35	Mig. arcilloso	I	30.4	7.0	1.23	0.55	1.0	31	18	9.8	0.3	0.3	2.0	1.3	5.6	0.5	0.2	3.6	1.3	4.5	82
A	18-47	0.9	2.4	60.3	29	32	39	Mig. arcilloso	I	48.0	8.2	0.9	0.7	2.0	35	23	10.8	0.7	0.3	1.3	0.17	11	0.3	1.0	4.8	1.8	5.5	16
C	47-100	0.8	2.4	68.2	38.5	29.5	32	Mig. arcilloso	I	---	8.8	0.3	1.3	4.3	33.6	9.7	13.2	1.4	0.3	1.3	0.2	7.3	0.3	0.8	3.2	2.0	5.0	16

Tabla 8. Descripción y resultados del perfil 11

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 • • 1 25/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable

Perfil 12  
 Localización Ejido "Los Negretes" Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo Nopalera  
 Clima (A) C (Wo)  
 Observaciones Costras de sal

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente Menor del 2%  
 Geoforma Valle  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-20	Estructura sibangular; plástica, adhesivo; poco poroso; con película arcillosa; pocas raíces; pH 7.45; Materia orgánica 1.16%; Conductividad eléctrica 1.3 mmhos.
A	20-90	Estructura subangular; friable; adhesivo; poco poroso; pH 7.95; M. orgánica 1.03%; C. eléctrica 1.70 mmhos.
C	90-110	Estructura subangular; friable; poco adhesivo; poco poroso; pH 8.05; M. orgánica 0.41%; C. eléctrica 1.8 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DA (g/cm <sup>3</sup> )	DR (g/cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD (%)	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA ABSORBIBLE (%)	pH	C/MO	CE (p)	C/PS	C/CL (me/100g)	IONES INTERCAMBIABLES (me/100g)				IONES SOLUBLES (me/l)						P (ppm)	MINERALOGIA		
					arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Ap	0-20	0.9	2.5	69.6	18	30	52	Arcilla	I	32.6	7.5	1.16	1.35	20.8	1.4	8.4	6.1	6.5	1.5	4.0	0.0	18.2	0.4	0.45	2.8	2.0	17.3	65	Saponita
A	20-40	0.7	2.5	72.1	16	25	59	Arcilla	I	56.4	7.9	1.03	1.7	28.8	1.4	20.4	4.2	11.9	1.9	0.7	0.3	23.9	0.3	1.0	5.0	5.7	11.5	15	Saponita
C	90-110	0.7	2.7	74.3	26	22	52	Arcilla	I	---	8.1	0.4	1.8	5.4	36	15.3	11.7	1.9	0.3	1.3	0.7	16.5	0.2	1.0	2.6	1.5	12.0	30	

Tabla 9. Descripción y resultados del perfil 12.

• mmhos.cm<sup>3</sup>  
 • 1/25/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable

Perfil 14  
 Localización Ejido "San José" Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo cultivo de sorgo  
 Clima (A) C (Wo)  
 Observaciones Área recién barbechada

Precipitación 600-800  
 Pendiente menor del 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
A	0-38	Estructura subangular; ligeramente adhesivo; limoso; grietas verticales moderadas; con película arcillosa; pH 5.8; Materia orgánica 1.5%; Conductividad eléctrica 0.34 mmhos.
C	38-90	Estructura subangular; ligeramente plástico; pH 7.85; M. orgánica 1.09; C. eléctrica 1.1 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA 0-3 cm	DR 3-9 cm	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APROVECHABLE %	pH (e)	% MO	CE (e)	% PSI	CICL me DTG	CACIONES INTERCAMBIALES ME 100g				IONES SOLUBLES (me/L)							P ppm	MINERALOGIA		
				arena %	limo %	arcilla %									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>			SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
0-38	0.8	2.5	68.1	42	49	9	Miq.limoso	I	38.4	5.8	1.5	0.34	6.1	31	21	5.6	1.9	1.6	1.3	0.7	3.1	0.2	0.02	2.0	1.1	3.4	21.6	Saponita	
38-90	0.8	2.9	73.8	54	39	7	Miq.limoso	I	----	7.9	1.1	1.1	21.7	35	42	8.4	7.7	2.9	2.0	0.5	15.4	0.4	0.2	4.2	1.3	10.8	12.1		

Tabla 10. Descripción y resultados del perfil 14

• mmhos/cm  
 •• 1:25/M<sub>2</sub>O  
 I impermeable

Perfil 19  
 Localización Ejido "Los Patios" Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo pastos, vegetación secundaria (Opuntia sp)  
 Clima (A) C (Wo)  
 Observaciones afioramiento rocoso

Precipitación 600-800  
 Pendiente menor del 2%  
 Geoforma llanura lacustre  
 Altitud 1,700 m  
 Material parental Terciario T (ige)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de car.
C <sub>1</sub>	0-10	Estructura granular; arcilloso; pH 6.6; Materia orgánica 1.57%; Conductividad eléctrica 1.5 mmhos.
A	10-40	Estructura subangular; plástico; arcilloso; con película arcilloso-llosa; pH 6.6; M. orgánica 0.89%; C. eléctrica 2.65 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

HORI- ZONTE	PROFUN- DIDAD (cm)	DA % <sub>cm</sub> <sup>3</sup>	DR % <sub>cm</sub> <sup>3</sup>	POROSI- DAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEA- BILIDAD	AGUA A PROVEDI- BLE %	pH	% MO	CE (%)	% PSI	CIC m <sup>3</sup> 10C	IONES INTERCAMB mg (100g)				IONES SOLUBLES (mg/L)						P ppm			
					arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>						
C <sub>1</sub>	0-10	0.7	2.5	75.0	14	34	52	Arcilla	I	30.9	6.6	1.57	1.5	30.7	59	45	26	18.0	0.5	2.0	0.0	17.8	0.4	0.2	3.2	3.7	12.2	34	
A	10-40	0.9	2.7	68.3	16	28	56	Arcilla	I	30.9	6.6	0.9	2.6	38.8	59	19	11	22.8	1.5	0.6	0.3	17.0	0.2	0.3	4.8	5.8	9.3	51	

Tabla 11. Descripción y resultados del perfil 19

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 • • 1.25/H<sub>2</sub>O  
 I Impermeable

### GRUPO III (Perfiles 3, 13, 16, 17, 21)

Los perfiles que forman este grupo se encuentran localizados en una geoforma de piedemonte a una altura de 1,710 m.s.n.m. en donde los Perfiles 16, 17 y 21 pertenecen al período Terciario y presentan una fase gravosa; los demás perfiles pertenecen al Cuaternario. Son suelos formados por depósitos de aluvión. Tiene una pendiente entre 3 y 5% y su profundidad efectiva es moderada de 80 cm (Cuanalo, 1981), las piedras que afloran en la superficie tienen un efecto importante en el uso del suelo por cuanto dificultan las labores de cultivo y el uso de maquinaria.

Son suelos pesados por su alto contenido de arcilla que es en promedio de 33% y con una clase textural de migajón arcilloso a arcilloso. Tienen un alto porcentaje de agua aprovechable (43 a 62.6%); son suelos impermeables debido a la naturaleza de los poros de las arcillas que son principalmente microporos y no permiten el libre drenaje del agua.

El pH oscila entre 5.35 y 7.55 tendiendo a una acidez moderada y está dentro del rango adecuado para el crecimiento de los cultivos; la conductividad eléctrica está dentro de valores normales que oscilan entre 0.46 y 1.54 mmhos.

Perfil 3  
 Utilización Ejido "La Luz" Salamanca, Gto.  
 del suelo Cultivo de sorgo  
 (A) C (Wo)  
 Observaciones \_\_\_\_\_

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente 3-5%  
 Geoforma Lomerío  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q(S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
	0-15	Estructura granular; friable, poco adhesivo; arcilloso; microporos abundantes; pocas raíces; pH 6.25; Materia orgánica 2.05%; Conductividad eléctrica 0.94 mmhos.
	15-38	Estructura subangular; plástico, muy adhesivo; arcilloso; muy compacto; con película arcillosa; pH 7.55; M. orgánica 1.85%; C. eléctrica 1.15 mmhos.
	38-80	Estructura subangular; plástico, muy adhesivo; arcilloso; muy compacto; pH 7.25; M. orgánica 1.30%; C. eléctrica 1.54 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

DA %/cm <sup>3</sup>	DR %/cm <sup>3</sup>	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APROVECHABLE %	pH (e.e.)	% M.O.	CE (e.e.)	% PSI	CICL. mg/100g	CACIONES INTERCAMBIALES (meq/100g)				IONES SOLUBLES (mg/L)								P ppm	MINERALOGIA	
			arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			
0.9	2.6	64	32	39	29	Migajón arcilloso	I	43.5	6.2	2.1	0.9	10.8	49	44	6.1	5.4	1.9	2.6	0.8	8.7	0.3	1.3	5.0	2.0	6.9	25	Saponita	
0.9	3.8	75.5	27	24	49	Arcilla	I	44.1	7.5	1.8	1.15	11.65	50.6	43.8	6.7	5.9	1.0	3.3	0.16	12.1	0.2	0.2	4.4	1.7	10.0	4.9	Saponita	
0.9	2.3	59.3	33	22	45	Arcilla	I	62.6	7.2	1.3	1.5	9.48	68	70.3	6.6	6.5	0.5	6.6	0.8	13.2	0.1	0.2	3.2	1.3	14.1	3.5		

Tabla 12. Descripción y resultados del perfil 3

\* mmhos/cm<sup>3</sup>  
 \*\* 1/25 / H<sub>2</sub>O  
 I Impermeable

Perfil 13  
 Localización Ejido "Puerto el Valle" Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo cultivo de sorgo, trigo, maíz  
 Clima (A) C (No)  
 Observaciones ligeramente pedregoso

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente 3%  
 Geoforma lomerío  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario 0 (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-30	Estructura subangular; adhesivo, plástico; arcilloso; ligeras grietas; pH 5.9; Materia orgánica 1.85%; Conductividad eléctrica 0.49 mmhos.
Ap	30-70	Estructura subangular; adhesivo, plástico; película arcillosa; pH 6.0; Materia orgánica 1.3%; C. eléctrica 0.46 mmhos.
C	70-80	Sin estructura; no plástico; arenoso; poco poroso; pH 6.95; M. orgánica 0.27%; C. eléctrica 0.58 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA (%/cm <sup>3</sup> )	DR (g/cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD (%)	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA A PROFUNDIDAD (%)	pH	% MO	CE (e)	% PSI	CICLOS mg/100g	CATIONES INTERCAMBIO (me/100g)				IONES SOLUBLES (mg/L)						P ppm			
				arenosa	limosa	arcillosa									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
Ap	0-30	0.7	3.2	76.6	20	48	32	Mig. arcillo-limoso	I	52.5	5.9	1.8	0.49	4.6	47	33	9.8	2.2	2.0	2.6	1.3	3.8	0.3	0.1	2.4	2.0	3.5	29
Ap	30-70	0.7	3.0	75.1	20	56	24	Mig. limoso	M.P.	55.2	6.0	1.3	0.46	4.3	49	42	11.3	2.1	1.9	3.3	0.7	2.4	0.2	0.02	1.8	0.5	5.7	59
C	70-80	0.7	3.0	75.1	68	26	6	Mig. limoso	P.P.	--	7.0	0.3	0.58	5.3	41	35	5.2	2.1	1.5	4.7	0.8	3.1	0.1	0.08	2.6	1.3	5.8	31

Tabla 13. Descripción y resultados del perfil 13

• mmhos .cm<sup>3</sup>  
 • 1.25 H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 PP poco permeable



Perfil 16

Precipitación 600-800 mm

Localización Ejido "Callejones y Granados" Salamanca, Gto.

Pendiente 2%

Uso del suelo cultivo de sorgo

Geoforma valle

Clima (A) C (No)

Altitud 1,720 m

Observaciones

Material parental Terciario T (ige)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-20	Estructura subangular; adhesivo, plástico; pH 6.65; Materia orgánica 1.64%; Conductividad eléctrica 0.45 mmhos.
A <sub>1</sub>	20-80	Estructura angular; muy adhesivo, plástico; con película arcillosa; pH 6.5; M. orgánica 1.03%; C. eléctrica 0.68 mmhos.
C	80-110	Estructura subangular; plástico, adhesivo; pH 7.0; M. orgánica 0.55%; C. eléctrica 0.77 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA % <sub>cm</sub>	DR % <sub>cm</sub>	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APROVECHABLE %	pH	% MO	CE (e)	% PSI	CICL me/100g	CATIONES INTERCAMB m/100g				IONES SOLUBLES (me/L)						P ppm		
				arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>
0-20	0.8	2.4	65.2	21	27	52	Arcilla	I	59.2	6.6	1.6	0.4	4.7	57	48	12.6	2.7	2.8	2.0	0.0	4.0	0.3	0.1	3.0	1.6	3.7	7.7
20-80	0.9	2.8	67.1	18	28	54	Arcilla	I	50.5	6.5	1.03	0.7	4.9	61	43	15.5	3.0	1.7	4.0	0.5	5.7	0.2	0.1	3.4	1.9	1.7	5.9
80-110	0.7	2.5	72.0	20	31	49	Arcilla	I	--	7.0	0.5	0.7	0.6	54	78	0.9	0.3	0.2	4.0	0.9	5.6	0.2	0.02	2.2	4.0	2.6	12

Tabla 14. Descripción y resultados del perfil 16

mmhos/cm<sup>3</sup>  
 = 1.25/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable

fil 17

Localización Ejido "Labor de Valtierra" Salamanca, Gto.

del suelos cultivo de maíz y sorgo

Ma (A) C (WO)

Observaciones terreno recién cosechado

Precipitación 600-800

Pendiente menor del 3%

Geofoma lomerío

Altitud 1,710 m

Material parental Terciario T (ige)

Profundidad (cm)	Descripción de campo
0-30	Estructura granular; friable, no adhesivo; areno-limoso; pH 6.85; Materia orgánica 4.24%; Conductividad eléctrica 0.51 mmhos.
30-50	Estructura subangular; friable, no adhesivo; areno-limoso; pH 7.95; M. orgánica 0.55%; C. eléctrica 1.1 mmhos.
50-70	Estructura subangular; friable; areno-limoso; pH 6.55; M. orgánica 0.82%; C. eléctrica 1.75 mmhos.
70-105	Estructura granular; friable, no plástico, arenoso; pH 6.55; M. orgánica 1.64%; C. eléctrica 3.1 mmhos.

Datos de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA (%/cm <sup>2</sup> )	DR (%/cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA A. PROVECHABLE %	pH (e.a)	% MO	CE (%)	% PSI	CICLOS ME/100g	CATIONES INTERCAMB. ME/100g				IONES SOLUBLES (me/L)						P ppm		
				arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>
0-30	0.9	2.7	68.5	38	45	17	Migajón	P.P.	26.4	6.85	4.2	0.5	0.63	30	45.4	12.2	0.19	0.7	3.3	2.6	28	1.5	0.3	4.4	0.6	4.6	26
30-50	1.0	2.8	65.0	37	49	14	Migajón	I	25.7	7.9	0.5	1.1	0.78	57	17.3	3.7	0.4	0.4	1.3	1.2	14	1.5	0.1	4.2	0.6	9.8	28
50-70	0.9	2.3	61.3	47	28	25	Mig. arcillo-arenoso	I	24.2	6.6	0.8	1.8	2.15	26	11.7	4.2	0.5	0.3	0.6	1.8	20	1.3	0.2	3.6	1.5	14.3	38
70-105	0.7	2.3	69.5	31	45	24	Migajón	I	---	6.5	1.6	3.1	2.7	55	31.6	20.6	1.5	0.6	16.0	7.9	22.1	1.2	0.2	17.4	9.8	25.1	13

Tabla 15. Descripción y resultados del perfil 17

8 mmhos/cm<sup>3</sup>  
 ● ● 1.25/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 P P poco permeable

21

Ejido "Los Duros" Salamanca, Gto.

suelos cultivo de sorgo

(A) C (Wo)

fase pedregosa

Precipitación 600-800 mm

Pendiente 3%

Geofoma llanura

Altitud 1,710 m

Material parental Terciario T (ige)

te

Profundidad  
(cm)

Descripción de campo

0-20

Estructura subangular; adhesivo, muy plástico; ligeras grietas; poco poroso; pH 5.35; Materia orgánica 1.71%; Conductividad eléctrica 1.05 mmhos.

20-80

Estructura subangular; adhesivo, plástico; poco poroso; raíces finas y medianas; pH 6.25; M. orgánica 1.37%; C. eléctrica 1.25 mmhos

80-100

Estructura subangular; no friable; poco poroso; pH 6.70; M. orgánica 0.27%; C. eléctrica 0.65 mmhos.

datos de los análisis de laboratorio

UNID TI	DA g/cm <sup>3</sup>	DR g/cm <sup>3</sup>	POROSI DAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEA BILIDAD	AGUA A PROVECH BLE %	pH	% MO	CE (%)	D PSI	CIC Mg/100g	CATIONES INTERCAMB. mg/100g				IONES SOLUBLES (mg/L)							P ppm	
				arena %	limo %	arcilla %									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub>
0	0.9	3.8	70.6	31	35	34	Mig. arcí- lloso	I	47.8	5.6	1.7	1.05	1.9	49	48.9	26.3	0.9	1.1	5.3	3.1	36	0.4	0.08	3.2	3.1	7.4	20.2
80	0.8	2.7	66.0	23	41	36	Mig. arcí- lloso	I	54.0	6.2	1.4	1.3	1.48	58	47.9	18.3	0.8	1.0	10.0	2.9	27	0.2	0.08	3.4	1.7	27.9	3.44
100	0.9	2.7	67.5	31	52	17	Mig. límosc	I	----	6.7	0.3	0.7	2.5	52	54	15.5	1.3	1.5	4.0	2.0	33	0.2	0.02	1.8	2.5	3.8	17.4

16. Descripción y resultados del perfil 21

• mmhos/cm<sup>2</sup>  
 • 1/25/H<sub>2</sub>O  
 \* impermeable

## GRUPO IV (Perfiles 20, 22)

En este caso los perfiles están localizados en una geoforma plana que constituye un valle a 1,710 m.s.n.m., pertenecen al período Cuaternario. Estos suelos se originaron por depósitos de aluvión y son moderadamente profundos, de 70 a 110 cm, donde pueden prosperar cultivos de trigo, sorgo, y alfalfa. Tienen una ligera pendiente de aproximadamente 4%, que es una ventaja para el buen escurrimiento superficial del agua.

Los horizontes superficiales de este grupo tienen una textura arcillosa, con un porcentaje máximo de arcilla de 52 y mínimo de 32. La arcilla pertenece al grupo de la montmorillonita lo que le confiere al perfil características propias de un Vertisol. Son plásticos, muy adhesivos en estado húmedo; cuando secos presentan grietas, son cohesivos lo que dificultan el laboreo del suelo.

El porcentaje tan alto de arcilla expandible influye en la permeabilidad del suelo; cuando el suelo está húmedo, la arcilla se expande y no permite el drenaje del agua.

El pH es de ligeramente ácido (5.3) a neutro, quedando dentro del rango necesario para el crecimiento de los tres cultivos importantes en la zona. Lo mismo ocurre con la conductividad eléctrica que tiene valores menores a 2 mmhos. (Tablas 17 y 18).

perfil 20

Precipitación 600-800

Localización entre "Santiaguillo" y "Los Duros" Salamanca, Gto.

Pendiente menor del 3%

tipo del suelos tierras en descanso

Geoforma llanura

forma (A) C (Wo)

Altitud 1,700 m

servaciones presencia de garzas

Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-25	Sin estructura; adhesivo; pH 7.0; Materia orgánica 1.23%; Conductividad eléctrica 0.94 mmhos.
A <sub>1</sub>	25-50	Estructura subangular; adhesivo; arcilloso; grietas horizontales y verticales; con película arcillosa; pH 6.9; M. orgánica 0.89%; C. eléctrica 1.05 mmhos.
A <sub>2</sub>	50-75	Estructura angular; plástico, adhesivo; arcilloso; grietas horizontales y verticales; con película arcillosa; pH 6.05; M. orgánica 1.09% C. eléctrica 1.3 mmhos.
A <sub>3</sub>	75-97	Estructura angular; adhesivo, plástico; limoso; grietas horizontales y verticales; pH 6.3; M. orgánica 0.96%; C. eléctrica 2.05 mmhos.
A <sub>4</sub>	97-110	Estructura angular; adhesivo, plástico; limoso; pH 6.45; M. orgánica 0.75%; C. eléctrica 1.85 mmhos

Resultados de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA (g/cm <sup>3</sup> )	DR (g/cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD (%)	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APROVECHABLE (%)	pH	% MO	CE (%)	% PSI	CICLOS (mg/100g)	IONES INTERCAMBIABLES (mg/100g)										P ppm		
				arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>
0-25	0.8	2.7	69.5	20	38	42	Arcilla	I	44.3	7.0	1.2	0.94	6.9	41.1	26.5	11.7	2.8	1.4	4.0	0.5	8.7	0.2	0.1	3.6	1.0	7.8	8.8
25-50	0.8	2.7	71.1	20	39	41	Arcilla	I	43.1	6.9	0.9	1.05	6.6	41.8	28.5	12.6	2.8	1.1	4.67	1.8	9.7	0.2	0.1	2.4	1.9	3.0	8.8
50-75	0.7	2.8	73.5	21	38	41	Arcilla	I	44.6	6.0	1.1	1.3	6.4	42.4	27.5	8.0	2.7	1.12	5.0	4.0	6.8	0.3	0.1	2.4	2.0	31.0	6.4
75-97	0.8	2.8	70.3	22	51	27	Mig. limoso	I	31.4	6.3	0.96	2.05	5.3	45.5	29.1	12.7	2.4	1.3	11.3	4.1	31.7	0.4	0.2	1.4	3.2	20.6	8.3
97-110	0.8	2.7	69.5	27	48	25	Mig. limoso	I	----	6.5	0.75	1.85	6.4	34.7	28.5	14.6	2.3	1.4	14.0	3.3	31.7	0.5	0.1	1.6	5.4	21.6	6.4

Tabla 17. Descripción y resultados del perfil 20

g mmhos/cm<sup>3</sup>  
 g e l 25/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable

Perfil 22  
 Localización Estado "Cerro Blanco, Mancera" Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo cultivo de maíz  
 Clima (A) C (No)  
 Observaciones \_\_\_\_\_

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente menor del 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1,700 m  
 Material parental Cuaternario Q(S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-15	Estructura subangular; adhesivo, plástico; arcilloso; pH 5.3; Materia orgánica 1.03%; Conductividad eléctrica 0.35 mmhos.
A	15-40	Estructura subangular; plástico, adhesivo; arcilloso; pH 5.90; M. orgánica 1.03%; C. eléctrica 0.8 mmhos.
A	40-70	Estructura subangular; ligeramente plástico; arcillo-limoso; pH 6.65; M. orgánica 0.96%; C. eléctrica 1.05 mmhos.
C	70-80	Estructura subangular; ligeramnete plástico; arcillos-limoso; pH 6.9; M. orgánica 1.09%; C. eléctrica 1.15 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DA %	DR %	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APROVECHABLE %	pH	% M.O.	C.E. (%)	% PSI	CICL. mg/100g	CATIONES INTERCAMBIABLES (meq/100g)				IONES SOLUBLES (mg/L)							P	
					Arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>
Ap	0-15	0.8	2.9	72.6	31	26	43	Arcilla	P.P.	34.3	5.3	1.03	0.35	1.4	50	26	17.8	0.7	2.3	1.3	1.2	16.5	0.4	0.02	0.8	0.88	6.3	14
A	15-40	0.8	2.4	68.8	21	27	52	Arcilla	P.P.	47.6	5.9	1.03	0.8	4.3	44	27	23.5	1.9	2.5	2.6	2.3	4.5	0.4	0.02	1.2	1.6	5.1	42
A	40-70	0.8	2.7	70	28	40	32	Miq. arcillo limoso.	I	53.3	6.6	0.9	1.05	6.4	51	33	14.5	3.3	3.4	2.6	1.8	7.9	0.5	0.2	3.2	0.8	6.8	84
C	70-80	0.9	3.0	72	32	38	29	Miq. arcillo limoso.	I	--	6.9	1.1	1.15	9.4	46	38	19.3	4.3	3.9	5.3	2.6	13.2	0.7	0.02	2.0	10.2	1.7	94

Tabla 18. Descripción y resultados del perfil 22

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 • 1/25/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 P P poco permeable

GRUPO V (Perfiles 2, 5, 7, 9).

Estos perfiles forman parte de una geoforma de valle. Pertenecen al período Cuaternario y están a una altitud de 1,710 m, con una pendiente promedio menor al 2%. Poseen suelos formados por depósitos de aluvión, con una fase dúrica que dada su compactabilidad y cementación disminuye la profundidad efectiva de los mismos; siendo el promedio de 45 cm con excepción del Perfil 2 que tiene 90 cm. Este impedimento mecánico influye en el desarrollo radicular, restringiendo su penetración más allá de esta capa cementada, lo que repercute en el crecimiento de la planta.

La textura de estos suelo incluye desde migajones hasta migajones arcillosos; con una proporción de arenas, limos y arcillas semejante; esto les confiere una estructura ligeramente plástica. El agua aprovechable tiene un rango de 64,17 a 34.5%, esto se debe a que las arcillas tienen una gran capacidad de retención de agua.

El drenaje interno de la capa arable es medio, sin embargo, por la presencia del duripán se hace deficiente a partir de las inmediaciones del horizonte C.

El pH oscila entre 5.95 y 7.95 y la conductividad eléctrica entre 0.35 y 1.35 mmhos, rangos que se consideran adecuados para un suelo agrícola. (Tablas 19, 20, 21 y 22).

Localización Ejido El Pitayo, Salamanca, Gto.

Uso del suelo cultivo de trigo y maíz blanco

Horizontes (A) C (Wo)

Observaciones

Precipitación 600-800 mm

Pendiente menor del 2%

Geomorfología llanura

Altitud 1,710 m

Materiales parentales Cuaternario (S)

Profundidad (cm)	Descripción de campo
0-20	Estructura medianamente desarrollada; pH 6.25; Materia orgánica 1.75%; Conductividad eléctrica 1.3 mmhos.
20-40	Estructura subangular; grietas horizontales y verticales; película arcillosa; pH 5.95; Materia orgánica 1.44%; Conductividad eléctrica 0.93 mmhos.
40-90	Estructura angular; grietas horizontales y verticales; película arcillosa; pH 6.95; Materia orgánica 1.03%; Conductividad eléctrica 0.88
90-110	Estructura angular; duripán; pH 6.25; Materia orgánica 1.03%; Conductividad eléctrica 1.25 mmhos

Resultados de los análisis de laboratorio

P	D	R	PORES	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APTENIDA %	pH	% MO	CE	% PSI	CICLOS	IONES SOLUBLES (ME/L)										P	MINERALOGIA	
				AD	4	22									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Mn <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
9	2.5	64.1	36	42	22	Micajón	I	38.2	6.2	1.7	1.3	4.1	27	20	5.2	1.1	1.4	8.6	3.8	4.3	1.0	0.02	2.0	3.8	11.4	85	Saponita
0	2.9	64.8	39	30	25	Micajón	I	31.9	5.9	1.4	0.9	5.1	29	21	6.6	1.5	1.4	7.3	2.6	3.2	0.7	0.1	2.4	0.5	10.0	13.4	Saponita
8	2.6	67.9	31	34	30	Micajón	P.P.	41.7	6.9	1.03	0.88	5.3	35	39	9.4	1.8	0.9	7.3	1.2	3.0	0.25	0.1	2.8	2.0	6.7	8.7	
						arcilloso																					
8	2.8	70.5	47	43	10	Micajón	P.P.	----	6.2	1.03	1.3	7.0	34	31	8.5	2.4	1.3	8.0	3.0	4.4	0.4	0.0	1.4	1.7	10.3	9.8	

19. Descripción y resultados del perfil 2.

• mmhos cm<sup>3</sup>  
 • 1.25 H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 PP poco permeable



Perfil 5  
 Localización Ejido "Sarabia-Sn Bernardo" Salamanca, Gto.  
 del suelos cultivo de sorgo  
 Clase (A) C (Wo)  
 Observaciones

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente menor de 2%  
 Geoforma valle  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
P	0-40	Estructura subangular; poco friable; arcillo-arenoso; poco poroso; pH 7.1; Materia orgánica 1.30%; Conductividad eléctrica 0.66 mmhos.
	40-60	Estructura subangular; ligeramente friable; arcilloso; poco poroso; pH 7.95; M. orgánica 0.14%; C. eléctrica 0.66 mmhos.

Datos de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA %/cm <sup>2</sup>	DR %/cm <sup>3</sup>	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA APROVECHABLE %	pH	% MO	CE (e)	p/PSI	CICLOS mg/100g	CATIONES INTERCAMBIABLES (mg/100g)				IONES SOLUBLES (mg/L)						P		
				arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>
0-40	0.9	2.8	67.7	29	40	31	Mig. arcilloso	P. P.	64.0	7.1	1.3	0.65	11.4	37.5	33.6	8.4	4.3	2.1	3.3	0.6	7.4	0.3	0.3	3.4	1.1	5.5	11.4
0-60	1.3	2.1	34.3	33	34	33	Mig. arcilloso	I	----	7.9	0.2	0.66	8.1	43.0	47.9	8.4	3.5	2.6	0.67	0.8	7.0	0.2	0.2	4.0	0.3	4.8	8.1

Tabla 20. Descripción y resultados del perfil 5

• mmhos cm<sup>-1</sup>  
 • e 1.25 H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 P P poco permeable

rfil 7  
 calización Ejido "Mexicanos"  
 o del suelos cultivo de sorgo  
 ima (A) C (Wo)  
 servaciones se inició la agricultura en 1950

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-30	Estructura subangular; adhesivo, plástico; muy arcilloso; pH 6.3; Materia orgánica 1.57%; Conductividad eléctrica 0.68 mmhos.
A <sub>2</sub>	30-50	Estructura angular; muy adhesivo, plástico; arcilloso; pH 7.40; M. orgánica 1.03%; C. eléctrica 0.55 mmhos.
C	60-105	Sin estructura; ligeramente adhesivo; areno-limoso; pH 7.3; M. orgánica 0.55%; C. eléctrica 0.67 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA (% <sub>v</sub> )	DR (% <sub>v</sub> )	POROSIDAD (%)	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA A PROVECHABLE (%)	pH	% MO	CE (e)	% PSI	CICLOS (me/100g)	CATIONES INTERCAMBIO (me/100g)				IONES SOLUBLES (me/L)								P ppm
				arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
0-30	0.9	2.7	64.0	50	25	25	Mig. arcilloso	I	44.5	6.3	1.5	0.7	0.9	19.1	13.7	8.9	0.2	0.3	4.0	3.5	2.2	0.9	0.2	3.2	0.6	5.9	13
30-60	0.8	2.3	63.4	35	26	39	Mig. arcilloso	P.P.	31.0	7.4	1.0	0.5	5.3	35.6	21.4	12.2	1.9	2.8	2.6	1.8	3.1	0.4	0.2	2.4	0.4	4.7	8
60-105	0.8	2.8	73.4	41	35	24	Migajón	I	--	7.3	0.6	0.67	0.56	33.5	38.2	15.9	0.2	0.3	0.6	3.3	2.6	3.9	0.08	2.8	0.5	8.3	13

Tabla 21. Descripción y resultados del perfil 7

e mmhos/cm<sup>3</sup>  
 e l 25/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 P P poco permeable

9  
 lización Ejido "Ampliación de Sarabia" Salamanca  
 del suelo cultivo de trigo y sorgo  
 a C (Wo) W  
 rvaraciones \_\_\_\_\_

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente menor del 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

zonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
	0-20	Estructura subangular; poco adhesivo, poco plástico; pH 6.05; Materia orgánica 1.91%; Conductividad eléctrica 0.88 mmhos.
	20-40	Estructura subangular; poco plástico; película arcillosa; pH 6.45; Materia orgánica 1.37%; Conductividad eléctrica 0.94 mmhos
	40-100	Estructura subangular; no plástico; pH 7.15; Materia orgánica 0.21% Conductividad eléctrica 1.35 mmhos

datos de los análisis de laboratorio

DA g/cm <sup>3</sup>	DR g/cm <sup>3</sup>	POROS DAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEA BILIDAD	AGUA A- PROVECHA BLE %	pH	% M O	CE (%)	% PSI	CIC me 100%	CATIONES INTERCAMB me 100%				IONES SOLUBLES (me/L)							P ppm	MINERA LOGIA		
			arena	limo	arcilla									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
0.9	2.2	57.4	29	38	33	Migajón az ciloso	I	53.8	6.0	1.9	0.88	0.39	38	29	11.3	0.2	0.3	4.6	2.8	1.5	0.7	0.1	2.6	1.1	6.9	16.4	Saponita	
0.9	2.6	62.5	22	31	47	Arcilla	P.P.	34.5	6.4	1.4	0.9	0.5	41	28	10.3	0.2	0.3	6.0	1.2	2.5	0.6	0.1	2.6	0.7	10.6	11.1	Saponita	
0.7	2.6	72.3	29	46	25	Migajón	I	----	7.2	0.2	1.4	1.27	33	34	8.9	0.4	0.3	7.3	1.2	5.2	0.8	0.1	2.0	0.6	11.0	4.7		

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 • 125/H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 P P poco permeable

a 22. Descripción y resultados del perfil 9.

## GRUPO VI (Perfiles 1, 15).

Estos perfiles están localizados en una geoforma de valle perteneciente al período Cuaternario; a una altura de 1,710 m.s.n.m. y con una pendiente menor del 2%.

El suelo de esta zona se originó a partir de depósitos de aluvi6n. Tienen una profundidad efectiva promedio de 105 cm; adecuada para las pr6cticas de cultivo prevalecientes en este lugar.

Estos perfiles no presentan horizontes definidos, debido a que han sido mezclados unos con otros por obras destinadas a la construcci6n de oleoductos; de tal manera que tanto las caracteristicas f6sicas como qu6micas son muy homog6neas a lo largo del perfil. As6 por ejemplo, para el Perfil 1 la clase textural es migaj6n limoso y para el Perfil 15 los rangos de arenas, limos y arcillas son muy peque1os, de 14 a 18%, 46 a 29% y 40 a 55% respectivamente. Debido al contenido de arcilla en ambos perfiles el porcentaje de agua aprovechable es elevado (37.3% a 69.3%).

Presentan una conductividad el6ctrica menor de 2 mmohs, y un pH entre 6.25 y 6.80 lo que refleja la homogeneidad en ambos perfiles, adem6s de permitir el desarrollo adecuado de las plantas.

Como los sitios en que se realizaron estos perfiles estaban alterados, no se pueden utilizar como referencia para una evaluaci6n de aptitud de la tierra (Tablas 23 y 24).

il 15  
 lización Ejido "La Cal" Salamanca, Gto.  
 del suelos cultivo de sorgo  
 ia (A) C (W6)  
 rvaciones \_\_\_\_\_

Precipitación 600-800 mm  
 Pendiente menor del 2%  
 Geofoma llanura  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Profundidad (cm)	Descripción de campo
0-30	Estructura subangular; arcilloso; pH 6.55; Materia orgánica 1.37%; Conductividad eléctrica 0.56 mmhos.
30-65	Estructura subangular; muyplástico; arcilloso; pH 6.8; M. orgánica 1.85%; C. eléctrica 1.58mmhos.
65-75	Estructura granular; plástico; arcilloso; pH 6.75; M. orgánica 1.16%; C. eléctrica 1.9.
75-100	Estructura granular; friable; pH 6.65; M. orgánica 0.82%; C. eléctrica 1.9 mmhos.

Datos de los análisis de laboratorio

PROFUNDIDAD (cm)	DA (g/cm <sup>3</sup> )	DR (g/cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEABILIDAD	AGUA A PRESIONABLE %	pH	% MO	CE (‰)	CICLOS P.S.I.	CICLOS mg/100g	CATIONES INTERCAMBIABLES (me/100g)				IONES SOLUBLES (me/L)						P ppm		
				arena %	limo %	arcilla %									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl	SO <sub>4</sub>
0-30	0.8	2.8	72.4	16	29	55	Arcilla	I	59.4	6.6	1.37	0.5	8.5	40	30	23	3.4	3.0	2.0	0.1	5.6	0.4	0.08	3.6	1.25	4.2	55
0-65	0.8	2.8	71.1	16	36	48	Arcillo-limoso	P,P <sub>1</sub>	64.3	6.8	1.8	1.6	9.7	54	33	21	5.2	2.8	7.3	6.6	13.0	0.7	0.08	2.2	3.6	21.0	57
5-75	0.8	2.8	70.2	14	46	40	Miq. Arcillo-limoso	I	46.8	6.7	1.16	1.9	8.7	55	37	12.7	4.7	1.8	10	4.4	16.7	0.4	0.08	2.6	5.6	21.1	18
5-100	0.8	2.7	70.0	18	34	48	Arcilla	I	--	6.6	0.8	1.9	10.8	53	44	21.1	5.7	1.9	9.3	4.6	17.3	0.4	0.2	1.8	6.2	21.9	21

Tabla 24. Descripción y resultados del perfil 15

• mm-gv/cm<sup>3</sup>  
 • 1.25 H<sub>2</sub>O  
 I impermeable  
 PP poco permeable

Perfil 1  
 Localización Ejido La Luz, Salamanca, Gto.  
 Uso del suelo cultivo de maíz  
 Clima (A) C (Wo)  
 Observaciones cercano a un oleoducto

Precipitación 600- 800 mm  
 Pendiente menor del 2%  
 Geoforma llanura  
 Altitud 1,710 m  
 Material parental Cuaternario Q (S)

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción de campo
Ap	0-30	Estructura subangular; friable; plástico; arcilloso; ligeras grietas; pH 6.25; Materia orgánica 1.3%; Conductividad eléctrica 0.65 mmhos.
B	30-55	Estructura angular; friable, adhesivo; arcilloso; pH 6.25; M. orgánica 0.68%; C. eléctrica 0.56 mmhos
B	55-80	Estructura angular; friable, adhesivo; arcilloso; pH 6.75; M. orgánica 0.75%; C. eléctrica 0.67 mmhos
B	80-105	Estructura angular; friable, adhesivo; arcilloso; pH 6.65; M. orgánica 0.55%; C. eléctrica 0.83 mmhos
B	105-149	Estructura angular; friable, adhesivo; arcilloso; pH 6.25; M. orgánica 0.96%; C. eléctrica 0.74 mmhos.

Resultados de los análisis de laboratorio

CURI- ONTE	PROFUN- DIDAD (cm)	DA 0 cm <sup>3</sup>	DR 0 cm <sup>3</sup>	POROSI- DAD %	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	PERMEA- BILIDAD	AGUA A PROVEER BLE %	pH (pH)	%	CF (%)	%	CICL me. 100g	CACIONES INTERCAMB. me. 100g				IONES SOLUBLES (me/l)						P p.p.m		
					argilosa	limosa	arenosa									Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Ap	0-30	0.9	2.6	61.4	19	55	26	Miq. limoso	P.P.	38.01	6.2	1.3	0.6	3.9	38	27	6.11	1.5	1.6	5.3	0.2	3.1	0.5	0.02	2.6	0.5	4.5	36
B	30-55	0.8	2.3	64.9	21	61	18	Miq. limoso	P.P.	37.6	6.2	0.7	0.6	5.7	32	36	1.9	1.8	1.1	4.6	0.0	3.03	0.2	0.02	2.6	0.5	4.3	18
B	55-80	0.9	5.1	68.2	14	59	27	Miq. limoso	I	37.3	6.7	0.7	0.7	6.0	37	47	1.4	2.3	1.2	4.0	1.0	3.8	0.2	0.08	2.8	0.0	6.7	20
B	80- 105	1.0	2.6	62.1	20	52	28	Miq. limoso	P.P.	----	6.7	0.5	0.8	6.7	38	45	1.4	2.6	1.3	4.6	0.0	5.2	0.3	0.04	2.6	1.7	4.8	18
B	105- 149	1.1	2.5	56.9	16	57	27	Miq. limoso	P.P.	----	6.3	0.9	0.7	6.9	37	37	7.5	2.4	1.2	4.6	0.0	4.5	0.2	0.04	2.5	0.8	6.2	19

Tabla 23. Descripción y resultados del perfil 1.

• mmhos/cm<sup>3</sup>  
 • a 25°C  
 I impermeable  
 PP poco permeable

## CLASIFICACION DE LA APTITUD DE LAS TIERRAS

Con base en las características geológicas, topográficas, climáticas y edafológicas se realizó la clasificación de las tierras en 6 grupos para posteriormente establecer las clases de aptitud de los mismos (Esquema 2).

Se consideraron 4 clases:

Apta (2)

Moderadamente apta (3)

Marginalmente apta (4)

No apta (5)

La clase 1 (altamente apta) no aparece en la clasificación por considerarse inexistente en la zona.

Y 8 subclases:

( $t_1$ ) Topografía

( $s_1$ ) Textura del suelo

( $s_2$ ) Profundidad efectiva del suelo

( $d_1$ ) Drenaje del perfil

( $p_1$ ) Pedregosidad

( $a_1$ ) Salinidad

( $a_2$ ) Sodicidad

( $i$ ) Inundación

En la zona de trabajo no existen tierras altamente aptas, debido entre otras cosas, a las prácticas de manejo de las tierras y del agua, con carácter intensivo y no siempre adecuados, que han predominado en el área durante los últimos decenios.

La clase (2) Apta, incluye al Grupo IV que presenta ligeras deficiencias debido a su textura arcillosa y drenaje

ORDEN	DESCRIPCION	CLASE	SUBCLASE	Ha.	%	
APTA	Altamente apta	A 1	----	-	-	
			A 2 s <sub>1</sub> i	1383.1	4.91	
	Apta	A 2	A 2 s <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	376.6	1.34	
			A 2 s <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	8694.8	30.88	
				Tot =	10454.5	37.13
	Moderadamente apta	A 3	A 3 s <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	4093.5	14.54	
			A 3 s <sub>2</sub> a <sub>1</sub>	197.4	0.70	
			A 3 s <sub>2</sub> p <sub>1</sub>	3420.0	12.15	
			A 3 a <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	96.1	0.34	
			A 3 s <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	32.4	0.12	
			A 3 s <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	676.6	2.40	
			A 3 t <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	107.79	0.38	
			A 3 s <sub>1</sub> d <sub>1</sub> a <sub>1</sub>	72.7	0.26	
			A 3 s <sub>2</sub> d <sub>1</sub> a <sub>1</sub>	92.2	0.33	
			Tot =	8788.69	31.22	
Marginalmente apta	A 4	A 4 t <sub>1</sub> s <sub>2</sub> p <sub>1</sub>	3442.0	12.23		
		A 4 s <sub>1</sub> a <sub>1</sub>	15.58	0.06		
		A 4 s <sub>2</sub> p <sub>1</sub>	128.5	0.46		
					Tot =	3586.08
NO APTA	No apta	NA 5	NA 5 t <sub>1</sub> s <sub>2</sub> p <sub>1</sub>	3536.3	12.56	
			NA 5 s <sub>1</sub> a <sub>2</sub>	215.6	0.77	
			NA 5 s <sub>1</sub> a <sub>1</sub>	866.2	3.08	
						Tot =
Area urbana*				689.6	2.45	
Superficie total				28136.97	99.96	

\* Parte sur de la Ciudad de Salamanca, además de Valtierra y Labor de Valtierra.

Esquema 2. Superficie en hectáreas de las clases de aptitud.



del perfil que es un poco lento, parte del Grupo V se encuentra en esta clase ya que sus limitaciones son también ligeras y del mismo tipo; en algunos casos existen áreas que constituyen terrazas con riesgos de inundación ocasionales.

La clase (3) Moderadamente apta, tiene entre sus limitaciones más importantes la profundidad efectiva que es condición preponderante en los Grupos II y III. El Grupo II presenta también problemas de sodicidad y en el área del Perfil 12, salinidad. El Grupo III (que se encuentra en los límites del pedimento) tiene como segunda limitante la pedregosidad.

La clase (4) Marginalmente apta, presenta riesgos mayores debido a que su topografía es escarpada, son suelos poco profundos, posee características de salinidad y en algunos casos presenta una fase pedregosa. Esta zona puede seguir siendo explotada siempre y cuando se tomen medidas como la construcción de terrazas y otras prácticas de conservación del suelo.

La clase (5) No apta, está integrada por tierras en las que la topografía y prácticamente la carencia de suelo y la pedregosidad son los principales impedimentos para su utilización, por los riesgos de erosión que representa. Dentro de esta clase se encuentran también aquellas zonas con problemas fuertes de sales, como el Grupo I (Fig. 7).

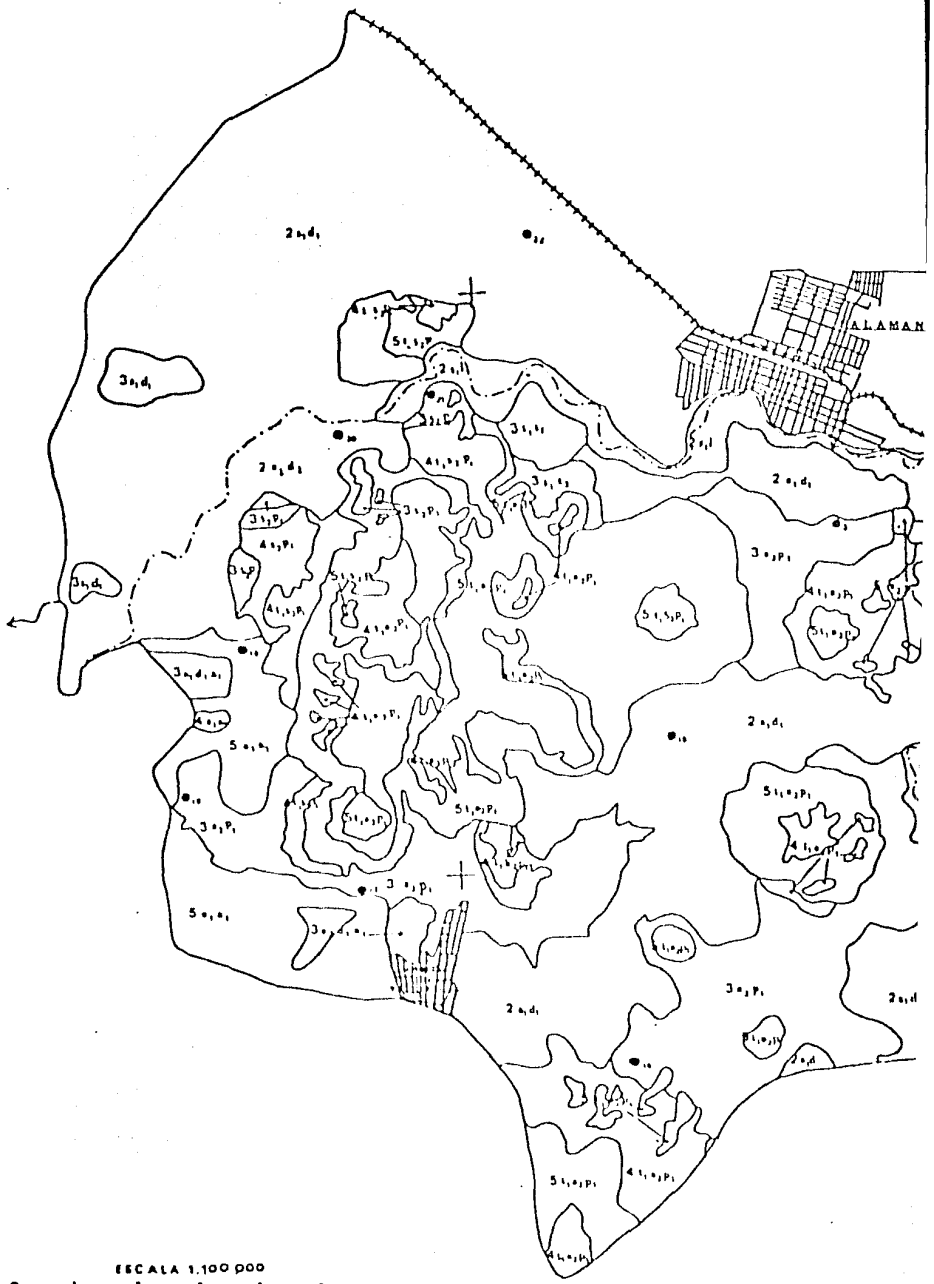
Cabe hacer notar que los criterios de clasificación para las zonas donde no se hicieron perfiles se basaron en las observaciones de campo y en la fotointerpretación.

101° 15'

# MAPA DE APTITUD DE LA TIERRA DE LA PART

20° 35'

20° 30'



ESCALA 1.100.000

101° 15'

Figura 7. Mapa que muestra las áreas pertenecientes a las difere

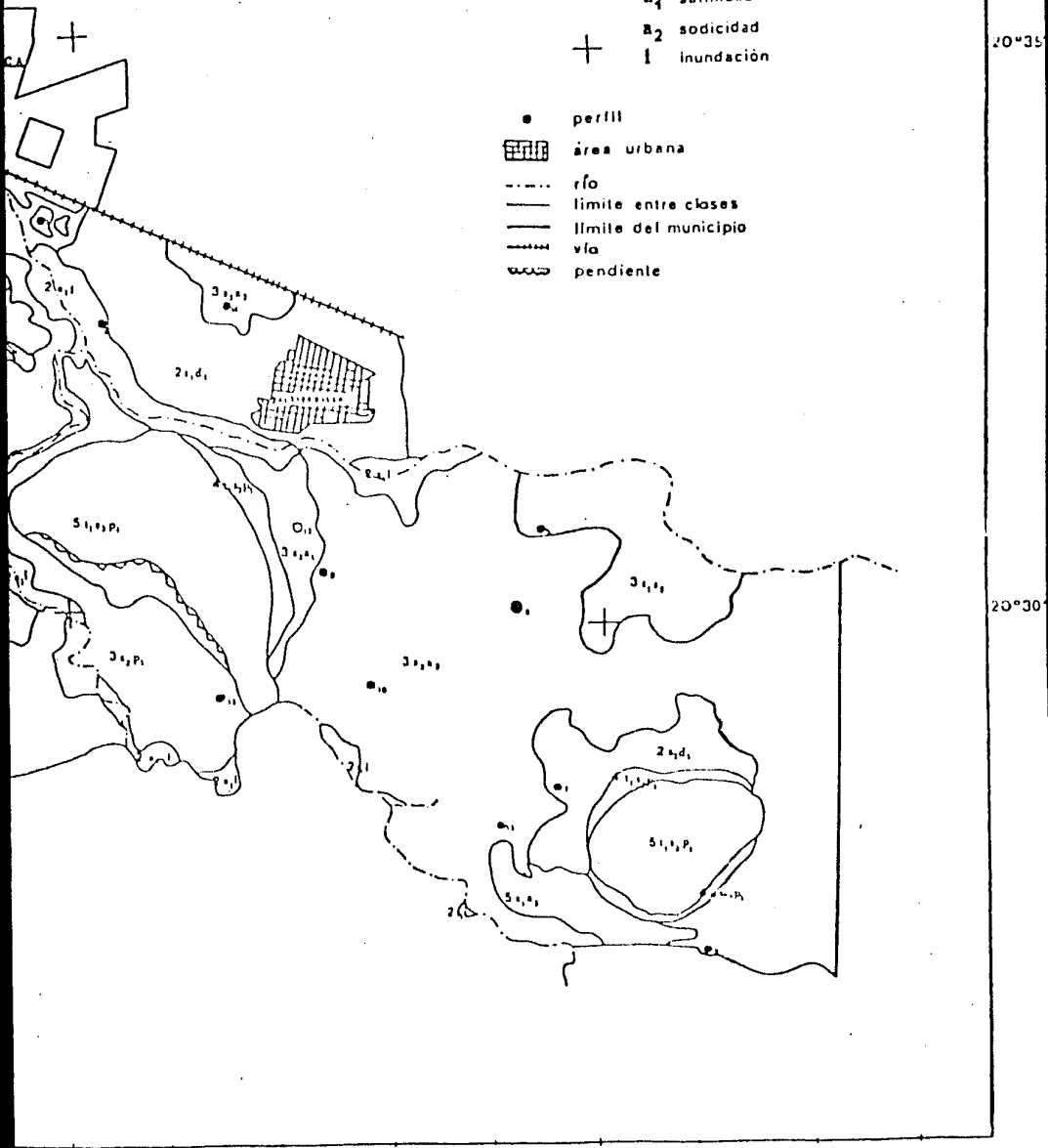
101° 10'

101° 05'

# E SUR DEL MPIO. DE SALAMANCA, GUANAJUATO

CLASE	SUBCLASE
2 Apta	$l_1$ topografía
3 Moderadamente apta	$s_1$ textura del suelo
4 Marginalmente apta	$s_2$ profundidad
5 No apta	$d_1$ drenaje
	$p_1$ pedregosidad
	$a_1$ salinidad
	$a_2$ sodicidad
	$l$ inundación

- perfil
- ▨ área urbana
- rfo
- limite entre clases
- limite del municipio
- ⋯⋯⋯ via
- ⋈ pendiente



101° 10'

101° 05'

20° 35'

20° 30'

tes clases de aptitud.

## APTITUD DE LAS TIERRAS EN FUNCION DEL TRIGO, SORGO Y ALFALFA

La zona de estudio se encuentra dentro de un régimen de precipitación que va de los 600 a 700 mm anuales. Tiene un índice de aridez que oscila entre los valores de 70-100, obtenido de acuerdo a la fórmula Stretta-Mosiño indicándonos de esta forma que el área corresponde a una zona semiárida.

Sorgo. Debido a que el sorgo es un cultivo que soporta condiciones desfavorables, que en el caso específico de la zona sería sequía, poca profundidad del suelo y en algunas partes altos índices de salinidad; se podría decir que es factible cultivar sorgo en toda el área de estudio, con excepción de la clase 5 debido a la topografía y en algunos casos a su elevada salinidad que alcanza conductividades eléctricas mayores a los 15 mmhos. Sin embargo, si esta zona (Clase 5<sub>s</sub>, a<sub>2</sub>) recibiera un tratamiento para reducir el porcentaje de sales, podría considerarse apta para este cultivo (Fig. 8).

Trigo. El cultivo de trigo, a diferencia del sorgo, tiene requerimientos mayores de agua; en cuanto a los rangos de sales que soporta son más restringidos. Por este motivo podríamos considerar que las Clases 2 y 3 son las más adecuadas para su cultivo ya que cumplen con las condiciones necesarias (Fig. 9).

Alfalfa. En el caso de la alfalfa no existen límites en cuanto a temperatura, precipitación o pH; sin embargo,

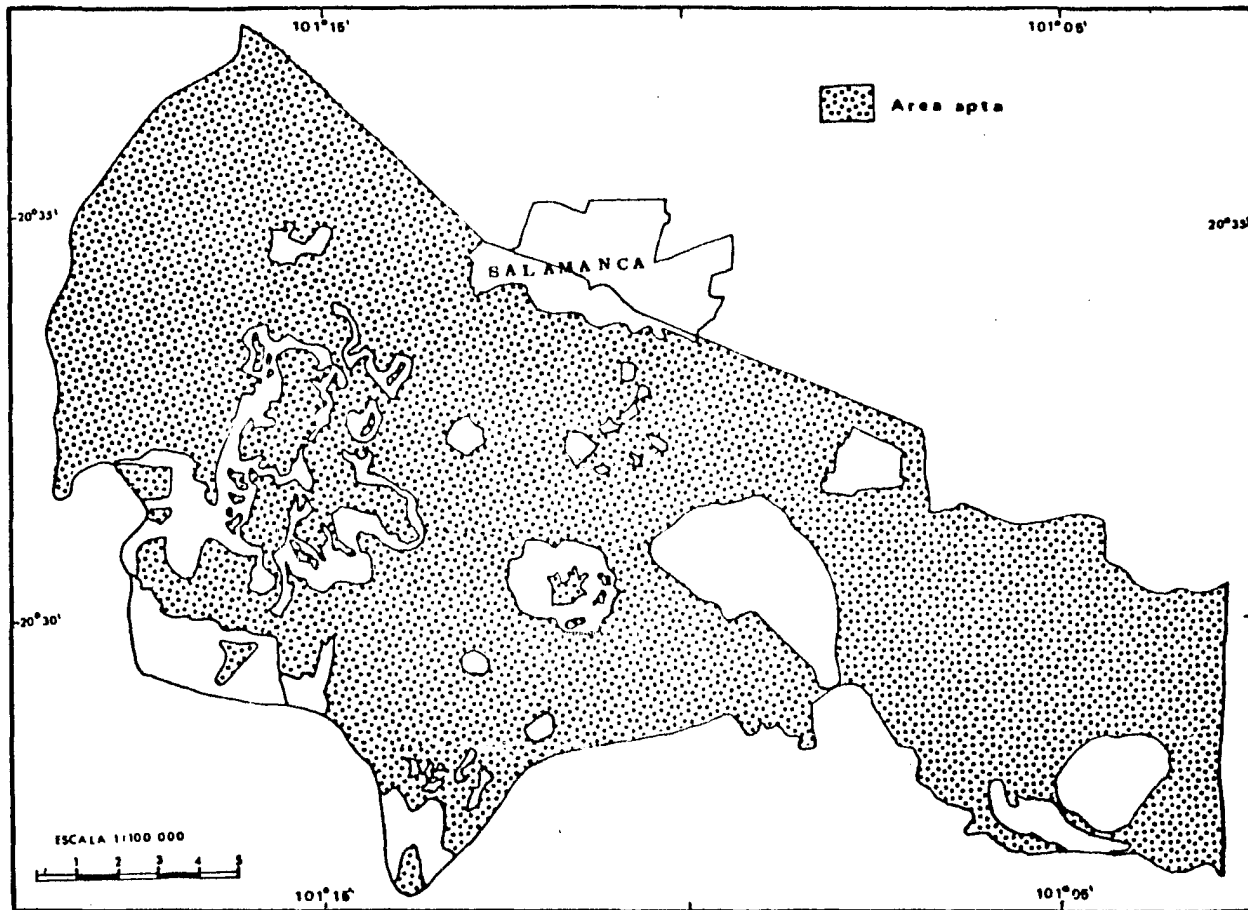


Figura 8. Mapa que muestra el área apta para el cultivo de sorgo.

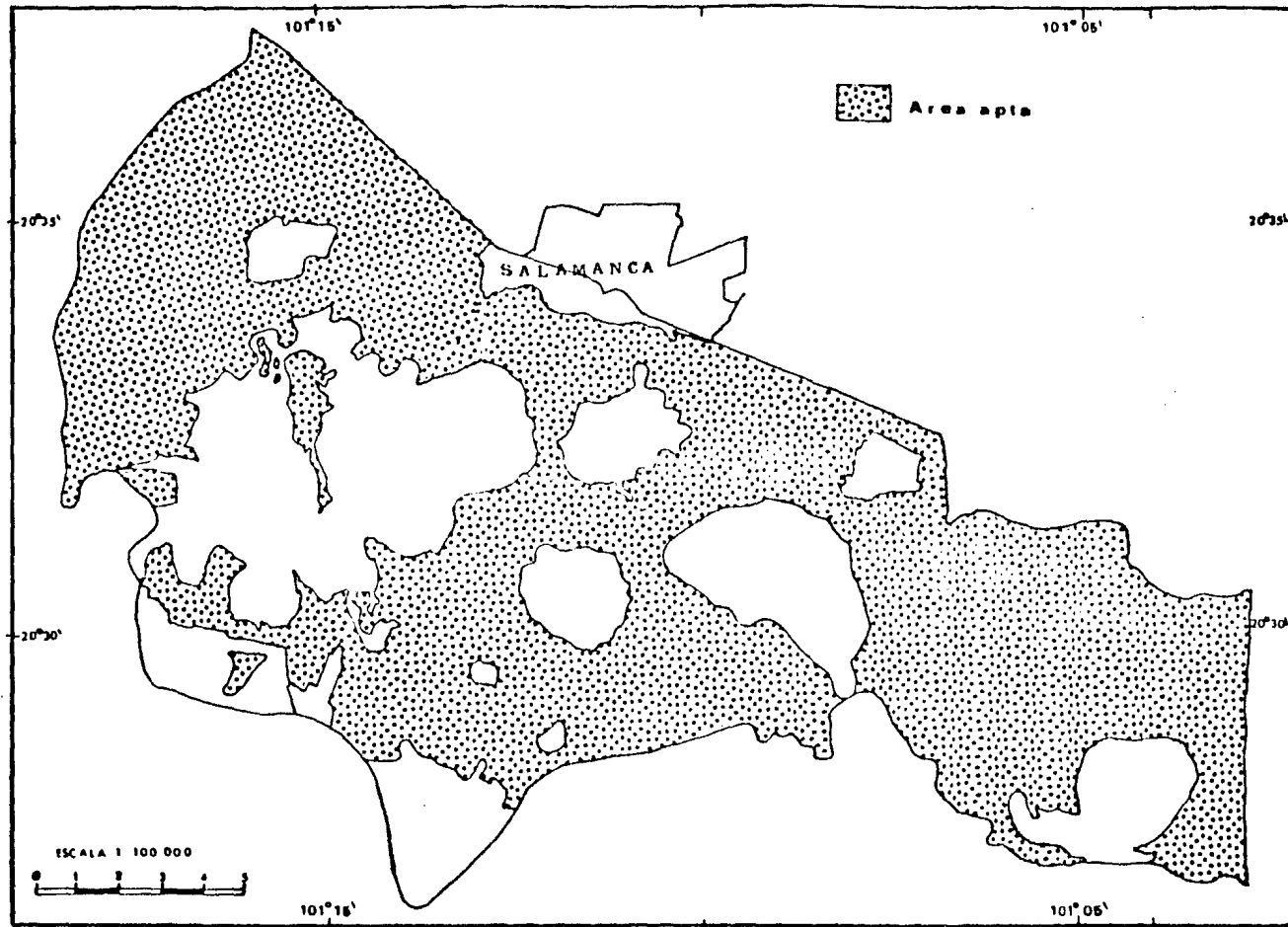


Figura 9. Mapa que muestra el área apta para el cultivo de trigo.

debido a que su desarrollo radicular es muy grande, necesita suelos cuya profundidad efectiva sea mayor a los 100 cm, característica que se encuentra únicamente en la Clase 2 (Fig. 10).

Sería aventurado establecer límites concretos en cuanto a la aptitud de las tierras en función de los tres cultivos, debido a que para este fin se necesitaría establecerlos mediante experimentación. No obstante con la información obtenida sí podemos decir qué zonas se consideran más factibles para cualquiera de los tres cultivos.

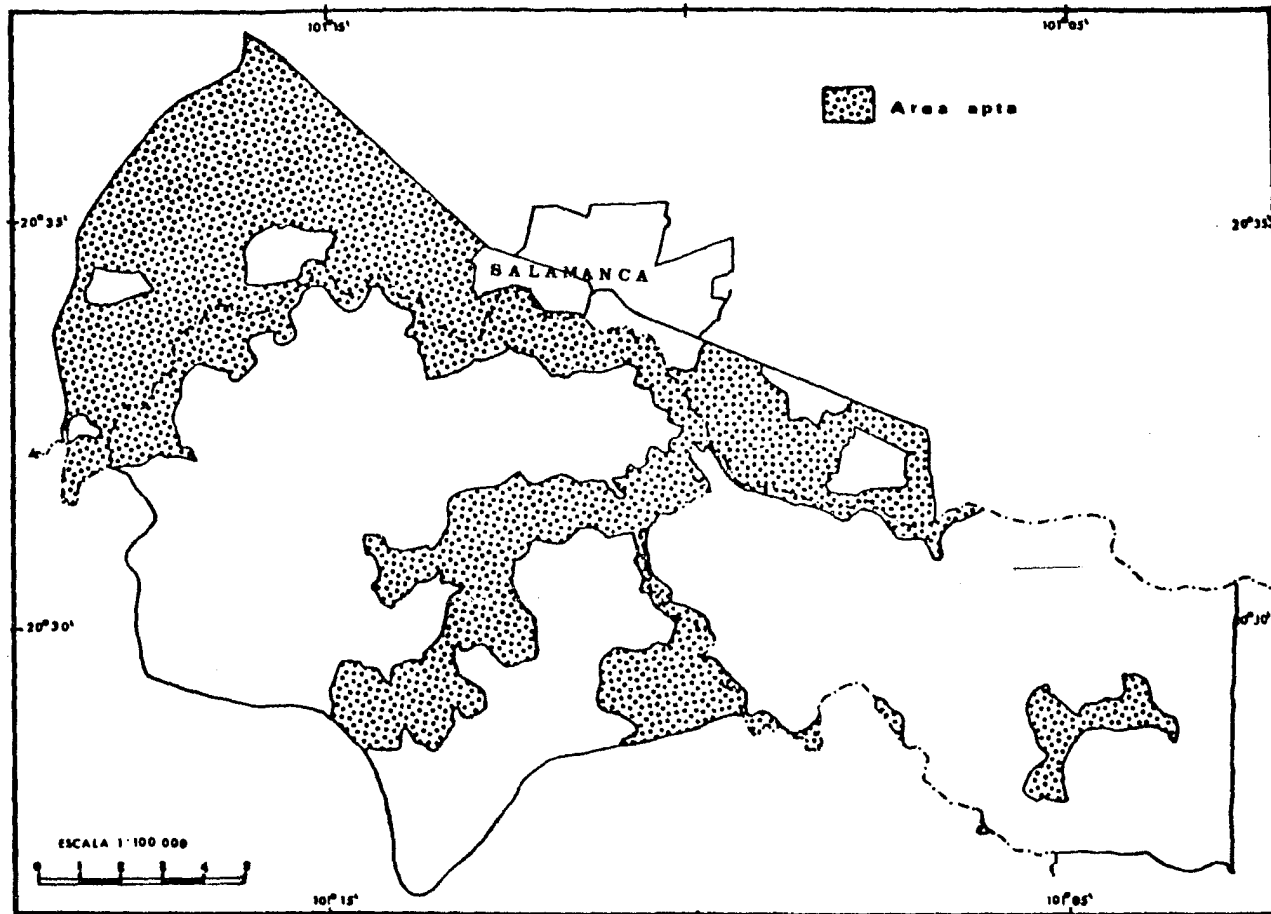


Figura 10. Mapa que muestra el área apta para el cultivo de alfalfa.



## CONCLUSIONES

Retomando el objetivo planteado, que es el establecimiento de una clasificación regional de la aptitud de las tierras, tenemos que:

- El establecimiento de grupos como etapa preliminar para determinar una clasificación de aptitud, facilitó la delimitación de las clases.
- Dada la heterogeneidad de los factores limitantes en esta área, el esquema de la FAO, debido a su flexibilidad, fue el adecuado, ya que permitió establecer una serie de rangos de aptitud que se ajustaron a la zona de estudio.
- Se encontró que un 80% de la zona integra áreas aptas, moderadamente aptas y marginalmente aptas para los principales cultivos. De los cuales el 37% pertenece a la clase A2 con 10,454.5 ha.
- De la clase A3 tenemos 8,798.7 ha que constituyen el 31%.
- De la clase A4 resultaron 3,586.08 ha con un 12%.
- Finalmente, la clase no apta NA5 representa el 16% del área de estudio con un total de 4,618.1 ha.
- El sorgo puede ocupar zonas que estén clasificadas como aptas, moderadamente aptas y marginalmente aptas, que constituyen el 80% de la zona con 22,823 ha. Esto se debe a que el sorgo tiene un amplio rango de adaptabilidad al ambiente.

- El trigo puede tener mejor rendimiento en áreas consideradas como aptas y moderadamente aptas (68% = 19,242 ha), siempre y cuando la siembra se lleve a cabo durante el ciclo de invierno.
- La zona más adecuada para la alfalfa es la delimitada como apta y ocupa el 37% de la zona lo que se traduce en 10,454 ha; básicamente por su profundidad efectiva.

## BIBLIOGRAFIA

- Am. Soc. for Test. and Mat. 1958. Procedures for testing soils. Am. Soc. Testing Mater, Philadelphia.
- Black, C. A. 1965. Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties. Including statistics of measurement and sampling. Amer. Soc. of Agronomy. Mad. Wisc., E.U.A.
- Bloom, A. L. 1974. La superficie de la tierra. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 151 págs.
- Bray, R. M. and Kurto, L. T. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59, p. 439-445.
- Brinkman, R., and Smyth, A. J. 1983. Land evaluation for rural purposes. ILRI. Wageningen, Netherlands. 116 págs.
- Brom, J. 1983. Esbozo de historia universal. Editorial Grijalbo, S. A. México. 273 págs.
- Buckman, O. E. and Brady, C. N. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon, S. A. Barcelona, España. 590 págs.

- Buol, S., Hole, F. D. and McCracken, R. J. 1981. Génesis y clasificación de suelos. Editorial Trillas. México. 417 págs.
- Buring, P. 1979. Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions. Pudoc-Netherland. 124 págs.
- Conde, M. J. A. 1973. La economía del Estado de Guanajuato. Colección de estudios económicos regionales. Sistemas Banco de Comercio. México. 225 págs.
- DETENAL. 1981. Carta topográfica escala 1:50,000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- Dirección General de Estadística. 1975. V Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1970. Guanajuato.
- Duch, G. T., Bayona, C. A., Labra, L. C. y Gama, V. A. 1981. Sistema de evaluación de tierras para la determinación del uso potencial agropecuario y forestal en México. Geografía Agrícola # 1, Julio. Chapingo. 21-46 p.
- FAO. 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de suelos de la FAO # 32. Roma. 66 págs.

- FitzPatrick, E. A. 1971. Soils, their formation, classification and distribution. Longman. London, Great Britain. 353 págs.
- Flores, D. 1974. Los suelos de la República Mexicana. El escenario geográfico. Recursos Naturales: Panorama histórico y cultural II. SEP/INAH. 306 págs.
- Foth, H. D., 1978. Fundamentals of soil science. John Wiley & Sons. New York. 436 págs.
- Gavande, S. A. 1982. Física de Suelos. Editorial LIMUSA. México. 351 págs.
- Grim, R. E. 1962. Applied clay mineralogy. McGraw Hill. E.U.A. 24 págs.
- Hall, A. D. y Robinson, G. W. 1961. Estudio científico del suelo. Aguilar. Madrid, España. 312 págs.
- Hernández, S. G. 1983. Método paramétrico para evaluar las aptitud de las tierras; un caso: la caña de azúcar. Tesis doctoral. UNAM. Facultad de Ciencias. México. 180 págs.
- Jackson, M. L. 1982. Análisis químico de suelos. Editorial Omega. España. 662 págs.
- León, A. R. 1984. Nueva edafología. Editorial Gaceta. México. 340 págs.
- Mejía, L. C. 1980. La mineralogía del suelo y sus relaciones con la fertilidad. Fertilidad de suelos. Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. Colombia. 24-38 pp.

- Millar, C. E. 1980. Fundamentos de la ciencia del suelo.  
CECSA. México. 527 págs.
- Mosiño, A. P. A. 1983. Climatología de zonas áridas y semi-  
áridas de México. Recursos agrícolas de zonas áridas y  
semiáridas de México. Colegio de Posgraduados de Cha-  
píngo. México. 159 págs.
- Ortiz Solorio, A. y Cuanalo de la Cerda. 1978. Metodología  
del levantamiento fisiográfico. Un sistema de clasifi-  
cación de la tierra. Colegio de Posgraduados de Chapín-  
go. México. 81 págs.
- Ortiz Villanueva, B., Ortiz Solorio, C., 1980. Edafología.  
Universidad Autónoma de Chapíngo. México. 331 págs.
- Parisi, V. 1979. Biología y ecología del suelo. Editorial  
Blume. Barcelona, España. 169 págs.
- Peech, M. 1947. Methods of soil analysis for soil fertility  
investigation. U. S. Dept. Agr. Sci. 757 págs.
- Ponce, H. R. y Cuanalo. 1981. La regionalización del ambiente  
basada en la fisiografía y su utilidad en la producción  
agropecuaria. Contribuciones a la enseñanza, investiga-  
ción agrícola. Colegio de Posgraduados de Chapíngo. Mé-  
xico.
- Richards, L. A. (Editor). 1954. Diagnóstico y rehabilitación  
de suelos salinos y sódicos. Manual de Agricultura # 60.  
Departamento de Agricultura de los E.U.A.
- Robles, R. 1979. Granos y forrajes. Editorial LIMUSA. México.  
608 págs.

- Sánchez, P. S. 1934. Estudio de la aptitud de las tierras en una región del Valle de Toluca, Edo. de México. Tesis profesional. E.N.E.P. Zaragoza. México. 98 págs.
- SARH. 1979. Estadísticas de producción a nivel municipal. Dirección General de Economía Agrícola. México.
- SARH. 1980. Estadísticas de producción a nivel municipal. Dirección General de Economía Agrícola. México.
- Sopher, D. and Charles, B. V. J. 1978. Soil and soil management. Reston, Virginia, U.S.A. 238 págs.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1980. Síntesis geográfica de Guanajuato. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 197 págs.
- Stallings, J. H. 1962. El suelo, su uso y su mejoramiento. CECSA. México. 240 págs.
- Storie, E. R. 1970. Manual de evaluación de suelos. UTHEA. México. 225 págs.
- Strandberg, H. C. 1975. Manual de fotografía aérea. Editorial Omega. España. 268 págs.
- Stretta, E. J. P. y Mosiño, A. P. A. 1963. Distribución de las zonas áridas de la República Mexicana según un nuevo índice de aridez derivado del de Emberger. en Ingeniería hidráulica en México. vol. XVIII. Enero, Febrero, Marzo.
- Tamayo, P. L. M. 1975. Estudio climático estadístico del sur de Guanajuato. Tesis profesional. UNAM. Fac. de Filosofía y Letras. 110 págs.

- Toledo, V. M. 1981. Hombre y naturaleza según la etnobiología. Geografía Universal. vol. 22 # 6. Dic. 1981. 646-668 pp.
- Torres, R. E. 1983. Agrometeorología. Editorial Diana. México. 150 págs.
- Villegas, M., Aguilera, H. N. y Flores, D. L. 1978. Método simplificado de análisis para la clasificación granulométrica de los minerales del suelo. Univ. Nal. Autón. México. Inst. de Geología, Revista, vol. 1, # 2.
- Vink, A. P. A. 1975. Land use in advancing agriculture. Springer-Verlag. Berlin. 394 págs.
- Vomocil, J. A. 1966. Porosity methods of soil analysis. Agronomy Monograph. # 9. Part I. Academic Press. New York.
- Walkley, A. 1935. An examination of methods for determining organic carbon and nitrogen in soils. Jour. Agr. Soil (England) 25.
- White, L. P. 1977. Aerial photography and remoting sensing for soil survey. Clarendon Press. Oxford University Press. Great Britain.
- White, R. E. 1979. Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Publications. London, England. 198 págs.
- Young, A. 1976. Tropical soils and soil survey. Cambridge University Press. Cambridge. 468 págs.