

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura



**Estudio Agrológico Detallado de San José de
Raíces Mpio. de Galeana, Nuevo León**

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO AGRONOMO

p r e s e n t a :

LUIS IGNACIO RODRIGUEZ ALMADA

Guadalajara, Jal.

1977

D E D I C A T O R I A S

A MI MADRE:

por el gran cariño que siempre me
ha profesado.

A MI PADRE:

que con su buen ejemplo, constancia
al trabajo y su ayuda desinteresada,
logró forjarme un porvenir.

A MIS HERMANOS:

porque nuestra unión sea perenne.

A MI ABUELA MATERNA:

por el cariño que me tiene.

A MIS TIOS:

por sus consejos y apoyo.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

A MIS MAESTROS.

A MIS AMIGOS.

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCION.	1
OBJETIVO.	3
CATEGORIA DEL ESTUDIO.	4
MATERIALES Y METODOS DE TRABAJO.	5
CAPITULO I	
LOCALIZACION DEL AREA.	7
1.1. Situación Geográfica.	7
1.2. Situación Política.	7
1.3. Superficie Estudiada y Límites.	7
1.4. Vías de Comunicación.	7
Croquis de Localización.	8
CAPITULO II	
ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS.	9
2.1. Demografía.	9
2.1.1. Población.	9
2.1.2. Nivel de Conocimientos Sobre Aspectos Agropecuarios.	9
2.1.3. Nivel Económico.	10
2.2. Tenencia de la Tierra.	10
2.3. Servicios Públicos.	11
2.3.1. Educativos.	11
2.3.2. Sanitario-Asistenciales.	11
2.3.3. Otros.	11
2.3.4. Comentarios.	11
CAPITULO III	
ASPECTOS FISIOGRAFICOS.	13
3.1. Geología Superficial.	13
3.1.1. Formaciones Geológicas y Rocas Predominantes.	13

	<u>Pág.</u>
3.1.2. Influencia en las Características de los Suelos.	13
3.2. Geomorfología.	14
3.2.1. Geoformas.	14
3.2.2. Influencia en las Características de los Suelos.	14
3.3. Topografía.	15
3.3.1. Descripción.	15
3.3.2. Influencia en el Proyecto de Riego.	15
3.4. Hidrología.	16
3.4.1. Corrientes y Depósitos Superficiales.	16
3.4.2. Aguas Subterráneas.	16
3.5. Vegetación.	16
3.5.1. Tipos de Vegetación.	16
3.5.2. Relación Suelo-Vegetación.	17
CAPITULO IV	
CLIMATOLOGIA AGRICOLA.	18
4.1. Generalidades.	18
4.2. Datos Meteorológicos.	18
4.3. Clasificación del Clima.	19
4.4. Análisis del Clima en Relación a la Agricultura.	20
Cuadro de Observaciones Climatológicas.	22
Cuadro de Definición del Clima.	23
Climográfica de Gausser.	25
CAPITULO V	
AGRICULTURA.	26
5.1. Sistemas de Explotación.	26
5.2. Cultivos.	26
5.3. Técnicas de Cultivo.	26
5.4. Mercado y Comercialización de la Producción.	26

	<u>Pág.</u>
5.5. Financiamiento y Asistencia Técnica.	27
5.6. Posibilidades Agrícolas.	27
CAPITULO VI	
GANADERIA.	28
6.1. Sistemas de Explotación.	28
6.2. Especies y Razas Existentes.	28
6.3. Coeficiente de Agostadero.	28
6.4. Comentarios.	28
CAPITULO VII	
SUELOS.	30
7.1. Descripción General de los Suelos.	30
7.2. Descripción de las Series de Suelos.	31
7.2.1. Serie Raíces.	31
7.2.1.1. Descripción con Datos de Campo de los Horizontes.	32
7.2.1.2. Características Físico-Químicas de la Serie por Horizontes.	33
Cuadro con Datos de - Campo.	35
Cuadro con Resultados de Análisis Físico- - Químicos.	36
Fotografía del Perfil Representativo.	37
7.2.2. Serie Piamonte.	38
7.2.2.1. Descripción con Datos de Campo de los Horizontes.	38
7.2.2.2. Características Físico-Químicas de la Serie por Horizontes.	40
Cuadro con Datos de - Campo.	42
Cuadro con Resultados de Análisis Físico- -	

	<u>Pág.</u>
Químicos.	43
Fotografía del Perfil Representativo.	44
7.2.3. Serie Yesosa.	45
7.2.3.1. Descripción con Datos de Campo de los Horizontes.	45
7.2.3.2. Características Físico-Químicas de la Serie por Horizontes.	46
Cuadro con Datos de - Campo.	49
Cuadro con Resultados de Análisis Físico- - Químicos.	50
Fotografía del Perfil Representativo.	51
7.3. Clasificación Agrícola de Suelos para - Fines de Riego.	52
7.4. Salinidad y/o Sodicidad.	52
7.5. Análisis Especiales.	55
7.5.1. Comentarios.	55
 CAPITULO VIII	
IRRIGACION.	57
8.1. Situación Actual.	57
8.2. Calidad de las Aguas para fines de Riego.	57
8.3. Problemas Actuales.	60
8.4. Pruebas de Campo.	61
Gráficas de Velocidades de Infiltración en la Parcela de Anselmo Ramírez.	62
Gráficas de Velocidades de Infiltración en la parcela de Mónico Ramírez.	63
Gráficas de Velocidades de Infiltración en la Parcela de Abundio Granados.	64
 CAPITULO IX	
DRENAJE AGRICOLA.	65

	<u>Pág.</u>
9.1. Drenaje Superficial.	65
9.2. Manto Freático.	65
9.3. Drenaje Subterráneo.	66
9.4. Comentarios.	66
CAPITULO X	
CAPACIDAD DE USO Y MANEJO DE SUELOS.	67
10.1. Programa de Cultivos.	67
10.2. Técnicas de Cultivo.	70
10.3. Riego.	74
10.3.1. Usos Consuntivos.	76
10.3.2. Láminas de Riego.	77
10.3.3. Métodos de Riego.	79
10.4. Fertilización.	82
10.5. Mejoramiento de Suelos Salinos y/o Sódicos.	84
10.6. Drenaje Agrícola.	85
10.7. Conservación de Suelos.	86
10.8. Ganadería.	87
10.9. Silvicultura.	87
CAPITULO XI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	88
11.1 Cuadro de Superficies de Series de Suelos.	88
11.2. Cuadro de Superficies de Clasificación Agrícola de Suelos con Fines de Riego.	88
11.3. Sobre la Conveniencia de Llevar a Cabo la Obra de Riego.	88
11.4. Explotación Agrícola.	88
11.5. Explotación Ganadera.	89
11.6. Características Físicas, Químicas y Biológicas que Presentan los Suelos y su Corrección.	90
11.7. Fertilización.	92
11.8. Riego.	92

	<u>Pág.</u>
11.9. Asistencia Técnica.	93
11.10. Necesidad de Efectuar Estudios Agrológicos Especiales.	93
CAPITULO XII	
BIBLIOGRAFIA.	94
CAPITULO XIII	
MAPAS.	
13.1. Series de Suelos.	97
13.2. Clasificación de Suelos.	98

I N T R O D U C C I O N

Una lixiviación prolongada de las sales solubles origina - acidez en un suelo; el proceso contrario o sea la acumulación - de dichas sales en el perfil origina la salinidad, que es lo - que ocurre en las zonas de clima árido debido a su baja precipi - tación, por lo que es donde se presentan mayores problemas de - concentración de sales, cuyo lavado es de naturaleza local y no pueden ser transportadas muy lejos; ésto ocurre no solamente - porque no hay una precipitación adecuada para lavar y transpor - tar las sales, sino también a consecuencia de la elevada evapo - ración característica de clima árido, que tiende a concentrar - las sales en el suelo y en el agua superficial, como ocurre en los suelos que son objeto del presente estudio.

Además estos suelos se caracterizan por ser Calizos o Cal - ciosíferos, ya que se han originado por el intemperismo de ro - cas calizas cuyo principal constituyente es el Calcio, formán - do se sales como el Carbonato y el Sulfato de Calcio o Yeso princi - palmente, que dan al suelo una serie de características adver - sas para la producción agrícola, como lo es un pH alcalino que favorece la inasimilabilidad de micronutrientes como el Mangane - so, Fierro, Zinc, etc., y de macronutrientes como el Fósforo; - la presencia de estratos impermeables que dificultan el flujo - descendente del agua y la penetración de las raíces; reducción en la descomposición de materiales orgánicos por el escaso inter - cambio entre la atmósfera y el suelo, etc. entre otras.

Estos problemas que se manifiestan de manera natural, se - han agudizado aún más en los últimos años, por la acción del - hombre, debido al inadecuado uso de agua salina para el riego - que ha aumentado la concentración de sales solubles, la falta - de una técnica adecuada en el manejo del suelo, la tala inmode - rada de la vegetación natural. etc. No se tiene con exactitud -

la cuantificación de estos problemas ya que no existen antece -
dentes de un estudio de suelos de esta zona, sin embargo, la de
gradación que se observa se refleja en la baja producción agrí-
cola.

O B J E T I V O

La finalidad de este Estudio, es determinar las caracte -
rísticas generales, Físicas, Químicas e Hidrodinámicas de los -
suelos, de tal manera que se pueda planear con base en esta in-
formación las técnicas adecuadas de su uso y manejo una vez que
se encuentren bajo Riego.

CATEGORIA DEL ESTUDIO

Tiene categoría de Detallado, y se distingue por que es el que reporta mayor número de datos sobre las propiedades de los suelos. De esta manera, se precisan las características de las unidades de suelos denominadas Series, así como de sus Tipos y Fases. Y también Clases Agrícolas.

MATERIALES Y METODOS DE TRABAJO

METODOLOGIA:

El desarrollo de este estudio se llevó a cabo por medio de trabajos de Campo, Oficina y Laboratorio; realizándose en dos etapas: Una para los Terrenos Planos y otra para los Terrenos de Ladera.

En el campo se procedió a obtener datos fisiográficos, socio-económicos, perforación de pozos agrológicos y su ubicación, estudio de suelos que incluye observaciones de sus características Físicas e Hidrodinámicas y capacidad de uso, toma de fotografías de los distintos perfiles del suelo, barrenaciones, recolección de muestras de suelo del total de pozos agrológicos así como muestras de agua. Y datos sobre agricultura y ganadería del lugar.

En el laboratorio se efectuaron los análisis Físicos y Químicos a las muestras de suelo y agua, y se hicieron algunos análisis especiales como el Espectrofotométrico.

En el trabajo de oficina se concentraron y analizaron los datos obtenidos y auxiliándose de bibliografía se integró el presente Estudio.

MATERIALES DE TRABAJO:

Los materiales de trabajo utilizados para la formación de este estudio son los siguientes:

- a). Plano topográfico de la zona de estudio.
- b). Martillo de suelos.
- c). Barrena de suelos.

- d). Bolsas de polietileno, para el transporte de las muestras de suelo.
- e). Etiquetas para diferenciar las muestras de suelo, y los pozos Agrológicos a que pertenecen.
- f). Hojas de campo, para anotar información acerca del sitio de la muestra, observaciones generales del suelo y descripción de los horizontes.
- g). Recipientes de plástico para recolectar muestras de agua.
- h). Cinta métrica, para medir el grosor de cada horizonte.
- i). Cámara fotográfica para obtener fotografías de los perfiles.
- j). Discos numerados (de madera) para separar por distancias cada horizonte y un pequeño pizarrón para anotar el nombre del Estudio, número de pozo, Municipio y Estado a que pertenece, todo esto sólo es necesario para la toma de fotografía del perfil.
- h). Acido clorhídrico, para aplicarlo al suelo y verificar por medio de su efervescencia la presencia de Carbonato de Calcio.
- i). 2 juegos de cilindros infiltrómetros, para medir la velocidad de infiltración, además de reloj y escalímetro.
- j). Materiales utilizados para los Análisis Físicos y Químicos de suelo y agua en el laboratorio.

CAPITULO I
LOCALIZACION DEL AREA

1.1. SITUACION GEOGRAFICA:

El Ejido de San José de Raíces se encuentra en la parte - sur del Estado de Nuevo León y tiene como coordenadas geográficas las siguientes:

Latitud norte	24°34'
Long. Oeste del Meridiano de Greenwich	100°15'
Altitud	1840 m.s.n.m.

1.2. SITUACION POLITICA:

El área estudiada abarca terrenos del Ejido de San José de Raíces, pertenecientes al Municipio de Galeana, Estado de Nuevo León.

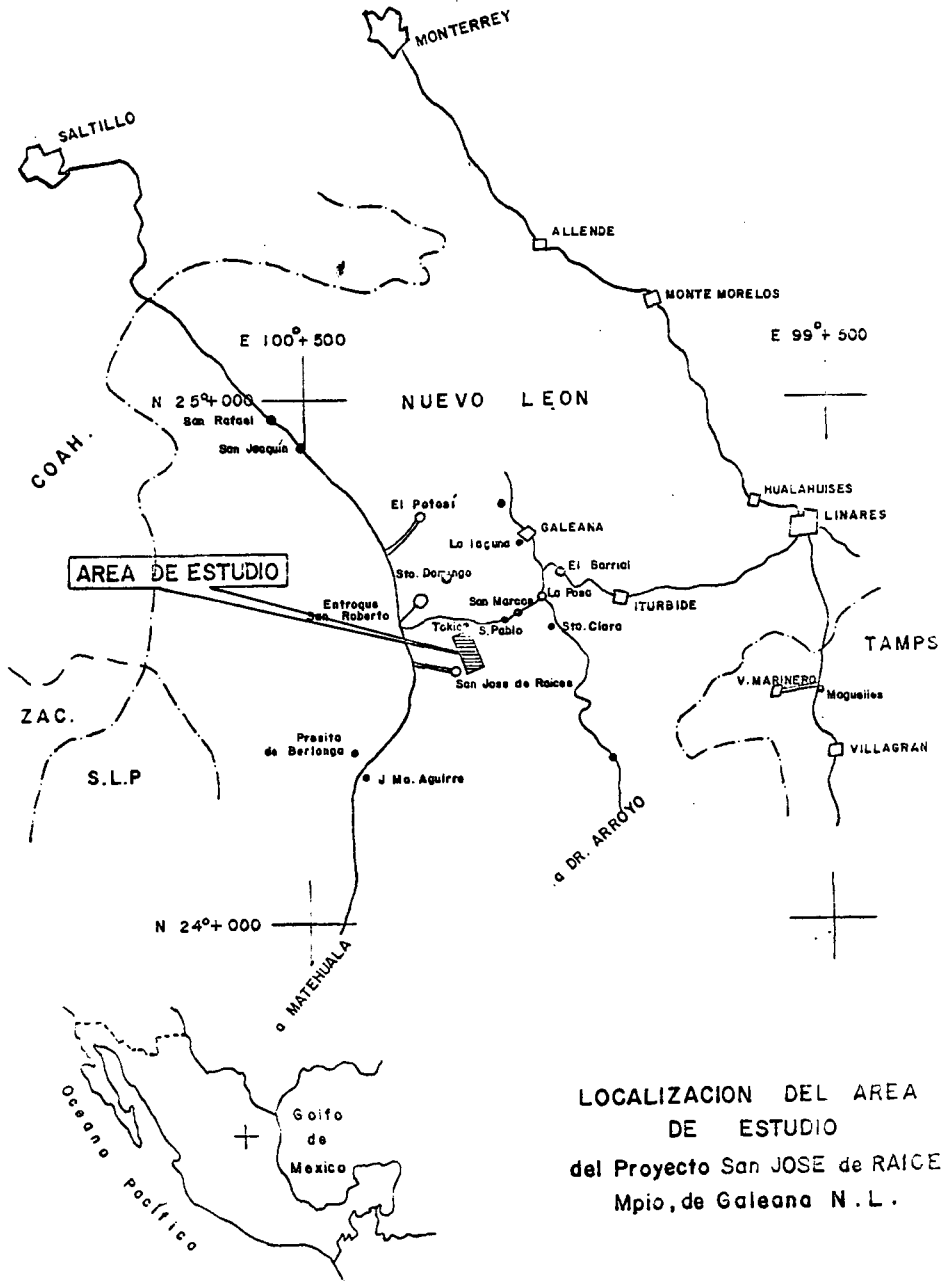
1.3. SUPERFICIE ESTUDIADA Y LIMITES:

La superficie total que se levantó en este Estudio Agrológico es de 1878.3 Ha., cuya área se enmarca dentro de los límites del mismo Ejido.

1.4. VIAS DE COMUNICACION:

La principal vía de comunicación del Ejido con el resto de la República, es la vía terrestre, siendo la carretera Nacional Núm. 57 la de más acceso, encontrándose por esta carretera a - 120 km. al norte de la Cd. de Matehuala, S.L.P. y a 150 km. al sur de la Cd. de Saltillo, Coah., el entronque con el camino de terracería que conduce al poblado de San José de Raíces, el cual tiene una distancia de 3 km. encontrándose 1 km. al noreste la zona de estudio.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS
 DIRECCION DE AGROLOGIA



LOCALIZACION DEL AREA
 DE ESTUDIO
 del Proyecto San JOSE de RAICES
 Mpio. de Galeana N. L.

CAPITULO II
ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

2.1. DEMOGRAFIA:

2.1.1. POBLACION:

La población de San José de Raíces la componen 3100 habi-
tantes, de los cuales el 50.6% corresponde al porcentaje de hom-
bres y el 49.4% al de mujeres. Del total de habitantes el 23.4%
son económicamente activos, dedicándose principalmente a la -
agricultura, en menor grado a la ganadería y sólo unos cuantos
al comercio.

La población agrupada por edades es la siguiente:

Niños hasta 12 años	350
Jóvenes de 13 a 17 años	950
Personas de 18 a 50 años	1500
Personas mayores de 50 años	<u>300</u>

Total: 3100 Hab.

Si se analizan la población por edades y la económicamente
activa se observará que un buen porcentaje no participa en la -
producción. Esto es debido a que la mujer se dedica a los queha-
ceres del hogar y un alto porcentaje de hombres no trabajan más
que eventualmente; existe mucho desempleo y emigración hacia di-
ferentes ciudades de la República y de los Estados Unidos. Ade-
más, se observa también, un gran porcentaje de personas jóvenes
que no participan en la producción.

2.1.2. NIVEL DE CONOCIMIENTOS SOBRE ASPECTOS AGROPECUARIOS:

Las personas que se dedican a la producción agrícola, tie-
nen un nivel medio de conocimientos en la explotación de culti-
vos que han sido tradicionales en esta zona (maíz, alfalfa y -

frijol). Sin embargo tienen escasos conocimientos sobre problemas específicos que presentan el suelo y el agua de riego, en donde se hace necesario un uso adecuado de los mismos, así como de prácticas especiales para prevenir la continua degradación del suelo.

Las prácticas de conservación y mejoramiento de suelos son desconocidas para la mayoría de los Ejidatarios.

En la explotación ganadera, sólo se tiene experiencia en la cría de ganado bajo libre pastoreo, principalmente con caprinos.

2.1.3. NIVEL ECONOMICO:

Las percepciones salariales, para trabajadores de campo en la parte sur del Estado de Nuevo León son de \$75.00 pesos, percibiendo los Ejidatarios dicha suma cuando trabajan para alguna dependencia federal. En la producción agrícola, los ingresos pueden variar de bajos a medios, dependiendo esto del interés y la actividad de cada Ejidatario en la obtención de sus productos, y de la manera organizativa del Banco de Crédito Rural del Noreste que es la institución que da crédito y compra los productos del Ejido.

En general, el nivel económico de la población es bajo a consecuencia de las malas cosechas, de las escasas utilidades provenientes de la ganadería y el desempleo.

2.2. TENENCIA DE LA TIERRA:

Los terrenos estudiados y los que circundan son de tipo Ejidal, por lo que sólo existe este tipo de propiedad.

2.3. SERVICIOS PUBLICOS:

2.3.1. EDUCATIVOS:

La población de San José de Raíces cuenta con una escuela de educación primaria completa, con población escolar de 400 - alumnos y una escuela secundaria con 70 alumnos. Existe una escuela Técnica Agropecuaria, la cual es el primer año que funciona.

Esta población presenta un índice de analfabetismo del 12%.

2.3.2. SANITARIO-ASISTENCIALES:

Los servicios médicos en esta población son proporcionados por una clínica rural de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, que es atendida por una Enfermera y un Médico proveniente de Galeana, que consulta cada 8 días, cuando le toca su turno a la población de San José de Raíces.

2.3.3. OTROS:

Entre otros servicios con que cuenta la población, se encuentra el de energía eléctrica, correos y servicio de transporte a las Ciudades de Saltillo y Matehuala.

Se carece de agua potable, debido a que las aguas subterráneas de las cuales puede abastecerse son salinas, cumpliéndose con este servicio con el agua que se trae en pipas u otros medios del poblado El Potosí, distante a 25 km. al norte por la carretera a la Cd. de Saltillo. No se cuenta con servicio de teléfono ni telégrafo.

2.3.4. COMENTARIOS:

El servicio de agua potable a esta población se podría establecer de la siguiente manera:

- a). Abasteciéndose por medio de canales o tubería de El Po

tosí, población más próxima en donde hay abundancia de agua dulce.

- b). Buscando un acuífero en la Sierra de La Primavera, que se encuentra en la parte Este del Ejido.

CAPITULO III
ASPECTOS FISIOGRAFICOS

3.1. GEOLOGIA SUPERFICIAL:

3.1.1. FORMACIONES GEOLOGICAS Y ROCAS PREDOMINANTES:

La geología superficial está constituida por rocas sedimentarias del Cretácico Inferior y del Jurásico Superior, que suelen presentarse en estratos de diferentes grosor, de color gris claro con veteados cafésáceos y blancos.

Las formaciones geológicas que se localizan en las sierras más cercanas a la zona de estudio son: Aurora, Cuesta del Cura y Taraises.

La formación Aurora, está constituida de calizas, con estratos medianos a gruesos, a veces masiva, de color gris.

La formación Cuesta del Cura, se compone de calizas con estratos muy delgados que alternan con capas delgadas de lutitas, de color gris claro.

La formación Taraises, está compuesta por lutitas calcáreas grises con calizas interestratificadas.

3.1.2. INFLUENCIA EN LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS:

La influencia de la roca madre en las características de los suelos de esta región es uno de los factores más importantes, como se puede observar a simple vista, por el color claro de los suelos, presencia de costras salinas y estratos calichosos, contenido mineralógico con predominancia de Calcio, etc.

Bajo la acción del agua y de otros agentes químicos y físicos

cos (Hidratación, Oxidación, Carbonatación, Congelamiento, Disolución directa en el agua, raíces de las plantas, etc.), las rocas se disuelven y se erosionan fácilmente, formando grietas y oquedades, lo cual se debe al carácter soluble y permeable de la caliza.

En la parte Este de la Sierra Madre Oriental, se encuentran más comúnmente Areniscas, Lutitas y Margas, y al occidente de esta cordillera, las rocas dominantes son calizas con estratos de yeso, intercalados ocasionalmente, las cuales han estado sometidas a un largo proceso erosivo y de sedimentación Fluvio-Lacustre que han formado rellenos que alcanzan grandes extensiones en los valles de las zonas áridas. En la mayor parte de los perfiles de estos suelos se observan acumulaciones de Carbonatos de Calcio y Yeso, así como de gravas o arenas de color grisáceo que a diferente profundidad forman masas o conglomerados muchas veces cementados.

3.2. GEOMORFOLOGIA:

3.2.1. GEOFORMAS:

La zona de estudio se compone de 2 geoformas: La primera de suelos planos con pendiente menor de 1%, profundos de color gris claro o blanco. La segunda geoforma o de ladera la constituyen suelos poco profundos de color café grisáceo o gris claro y que tienen una pendiente del 5 al 12%.

3.2.2. INFLUENCIA EN LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS:

La geoforma plana acumula las substancias contenidas o arrastradas por el agua, por lo cual presenta una baja o muy lenta permeabilidad en los horizontes inferiores del suelo. El agua de las laderas arrastra las substancias que existen en las rocas hacia la planicie y posteriormente éstas se cristalizan al aumentar su concentración mediante la evaporación.

La geoforma de ladera está sometida a una frecuente pérdida en la superficie del suelo y a un menor movimiento del agua dentro del perfil que evita la acumulación de sales, por lo cual se mantiene más poroso. El estrato de caliche sirve como límite a los movimientos ascendentes y descendentes del agua, es decir, es el punto de mayor concentración y cristalización.

La zona de estudio forma parte de un valle angosto en el sentido noroeste-sureste, limitado por sierras paralelas en la misma dirección, que forman una cuenca cerrada. Esto provoca una salinización progresiva en el perfil del suelo, carencia de escurrimientos y escasez de causas importantes, presencia de zonas inundables o de encharcamientos y elevación de mantos freáticos que provocan movimientos oscilatorios o permanentes en el grado de salinidad. Todo esto origina que los suelos presenten fuertes concentraciones de Carbonatos y Sulfatos de Calcio en forma de concreciones y estratos impermeables compactados.

3.3. TOPOGRAFIA:

3.3.1. DESCRIPCION:

La forma del área de estudio es alargada en el sentido noroeste-sureste, con pendiente inclinada en la porción oeste que varía de 5 a 12% y plana en la parte oriental, con pendiente menor de 1%.

3.3.2. INFLUENCIA EN EL PROYECTO DE RIEGO:

La zona de ladera exige un trazo muy eficiente de la red de canales, ya que éstos suelos son fácilmente erosionables y la permanencia del agua sobre el suelo no puede ser muy prolongada. Los suelos planos no presentan este problema, sólo ligeras ondulaciones que únicamente requieren de una previa nivelación de tierras.

3.4. HIDROLOGIA:

3.4.1. CORRIENTES Y DEPOSITOS SUPERFICIALES:

En toda el área de estudio no existen corrientes ni depósitos de aguas superficiales que deban mencionarse.

3.4.2. AGUAS SUBTERRANEAS:

Toda la región es muy rica en aguas subterráneas, habiendo casos en que estas afloran en forma de manantiales, como en el caso del manantial de El Potosí.

Aunque dentro de la zona de estudio, no se localizan manantiales, siguen teniendo importancia las aguas subterráneas, ya que se continúan abriendo nuevos pozos profundos con gastos aceptables, desgraciadamente el agua extraída es de mala calidad, ya que se clasificó como C₄-S_I.

3.5. VEGETACION:

3.5.1. TIPOS DE VEGETACION:

De acuerdo con los tipos de vegetación de la República Mexicana, la zona de estudio pertenece al Matorral Desértico Microfílo, que se caracteriza porque presenta una vegetación con especies arbustivas y con hojas o folíolos pequeños del Altiplano Mexicano, asociadas con plantas aisladas de Rosetófilo (Agaves) y de crassicaule (Nopales), sobresaliendo las siguientes especies:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Gobernadora	Larrea divaricata
Hojasén	Flourenzia cernua
Palma	Yucca spp.
Maguey	Agave asperima
Granjeno	Celtis pallida
Lechuguilla	Agave lecheguilla
Tasajillo	Opuntia Leptocaulis
Bisnaga burra	Ferocactus spp.

3.5.2. RELACION SUELO-VEGETACION:

La falta de humedad en la región es el principal factor límitante de la vegetación, por lo que estos suelos se encuentran con un contenido muy bajo de materia orgánica, encontrándose el mayor porcentaje en los horizontes superficiales y disminuyendo conforme nos alejamos de la superficie.

La escasa precipitación mantiene las sales solubles a escasa profundidad del perfil del suelo, aunque este sea alcalino - en todo su espesor, por lo que propicia el desarrollo de vegetación Halófila o Calcófila. La zona de estudio es característica del clima seco y a veces extremadamente seco, con una precipitación pluvial de 331mm.; presentándose un alto déficit de humedad durante casi todo el año, debido a la evaporación que supera en 5 o 6 veces la precipitación anual. En estas condiciones la vegetación herbácea se desarrolle y actúa sobre el suelo sólo en un período muy corto (4 o 5 meses), cuando han caído algunas lluvias y el suelo se encuentra húmedo. Es en este período cuando sucede la incorporación al suelo de la poca materia orgánica que se acumula.

En el período más seco del año, sucede un ascenso de las sales solubles hacia la superficie del suelo por la evaporación y la absorción de agua por las plantas, aunque posteriormente se reacomodan en los horizontes más profundos por la acción de las aguas en el período de lluvias.

CAPITULO IV
CLIMATOLOGIA AGRICOLA

4.1. GENERALIDADES:

Para la determinación del clima de la zona de estudio, se tomaron los datos de la estación climatológica de San José de Raíces, situada en el mismo poblado, la cual cuenta con un período de observaciones de 24 años, en el lapso comprendido de 1941 a 1964.

4.2. DATOS METEOROLOGICOS:

La precipitación total anual es de 331.3 mm, y el período lluvioso comprende los meses de Mayo, Agosto y Septiembre con una precipitación de 127.7 mm, que corresponde al 38.55% de la precipitación total anual, distribuída de la siguiente manera:

M E S E S L L U V I O S O S		
MESES	PRECIPITACION MENSUAL EN mm.	% DE LA PRECIPITACION ANUAL
Mayo	44.3	13.37
Agosto	43.7	13.19
Septiembre	<u>39.7</u>	<u>11.99</u>
TOTAL:	127.7 mm	38.55%

El período seco comprende los meses de Abril, Junio, Julio, Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo con una precipitación de 203.6 mm correspondiéndole el 61.45% de la precipitación total anual y se distribuye de la siguiente manera:

M E S E S S E C O S

MESES	PRECIPITACION MENSUAL EN mm.	% DE LA PRECIPITACION ANUAL
Abril	26.8	8.09
Junio	38.6	11.65
Julio	40.6	12.25
Octubre	33.2	10.02
Noviembre	13.5	4.08
Diciembre	17.1	5.16
Enero	11.7	3.53
Febrero	12.6	3.80
Marzo	<u>9.5</u>	<u>2.87</u>
TOTAL:	203.6 mm.	61.45%

PRECIPITACION DISTRIBUIDA POR ESTACIONES

Primavera	95.15	28.72
Verano	123.45	37.26
Otoño	75.1	22.67
Invierno	<u>37.6</u>	<u>11.35</u>
TOTAL:	331.30 mm.	100.00%

La temperatura media anual es de 16.63°C, con una máxima - media de 22.3°C, que se presenta en los meses de Junio y Julio, y con una mínima media de 9.1°C, que se presenta en el mes de - Diciembre. La temporada cálida comprende los meses de Abril a - Octubre y el período frío de Noviembre a Marzo.

4.3. CLASIFICACION DEL CLIMA:

El clima del lugar se clasificó de acuerdo al segundo sistema del Dr. C.W. Thornthwaite, que utiliza básicamente como pa râ m e t r o el valor de la Evapotranspiración Potencial, la cual se define como el fenómeno inverso de la precipitación, o sea el - aporte de agua de la superficie terrestre a la atmósfera bajo - condiciones de disponibilidad de agua suficiente y en una super

ficie con cubierta vegetal. La Evapotranspiración Potencial es la suma del agua que transpira la cubierta vegetal, más la que se evapora de la misma superficie del suelo.

En este sistema, la Evapotranspiración Potencial se obtiene a partir de la temperatura media y de la radiación solar, es ta última representada por la duración del día luz.

Otro de los conceptos utilizados en este sistema de clasificación, es la Humedad Almacenada y corresponde a la cantidad de agua proveniente de la precipitación que se almacena en el suelo y que es aprovechable por la cubierta vegetal.

El último de los conceptos es el Índice de Aridez, que con base en los dos anteriores, se define como una función de la precipitación, la evapotranspiración potencial y el agua almacenada en el suelo.

Como información indispensable para la determinación del clima, deben conocerse los datos de precipitación, temperatura, y duración media de la iluminación solar, que se expresan generalmente en valores mensuales en las estaciones meteorológicas del País, como la de San José de Raíces, en donde el clima se clasificó como: DB_2' d a' que significa lo siguiente: Seco, templado frío, con pequeña o nula demasía de agua y una concentración térmica más alta para este clima.

4.4. ANALISIS DEL CLIMA EN RELACION A LA AGRICULTURA:

Tomando como referencia los datos meteorológicos registrados, se concluye que las condiciones de temperatura que prevale cen en el Ejido de Raíces, son aptas para el normal desarrollo de las plantas bajo un sistema de riego. Sin embargo en los cul tivos perennes conviene tomar precauciones contra las heladas en la temporada de invierno. Por otra parte la Relación Pluvial

obtenida para esta región, nos indica una deficiencia en la disponibilidad de agua para cubrir las necesidades de las plantas, por lo que para el desarrollo de la agricultura se requiere el riego.

Debido a que la precipitación es menor que la evapo - transpiración potencial, se evapotranspira lo que aporta la lluvia, más la humedad que se tiene almacenada en el suelo, aumentando así las concentraciones salinas, ya que no existe un lavado eficaz de las sales por la escasa lluvia, haciéndose por demás necesario el riego para resolver este problema.

OBSERVACIONES CLIMATOLOGICAS

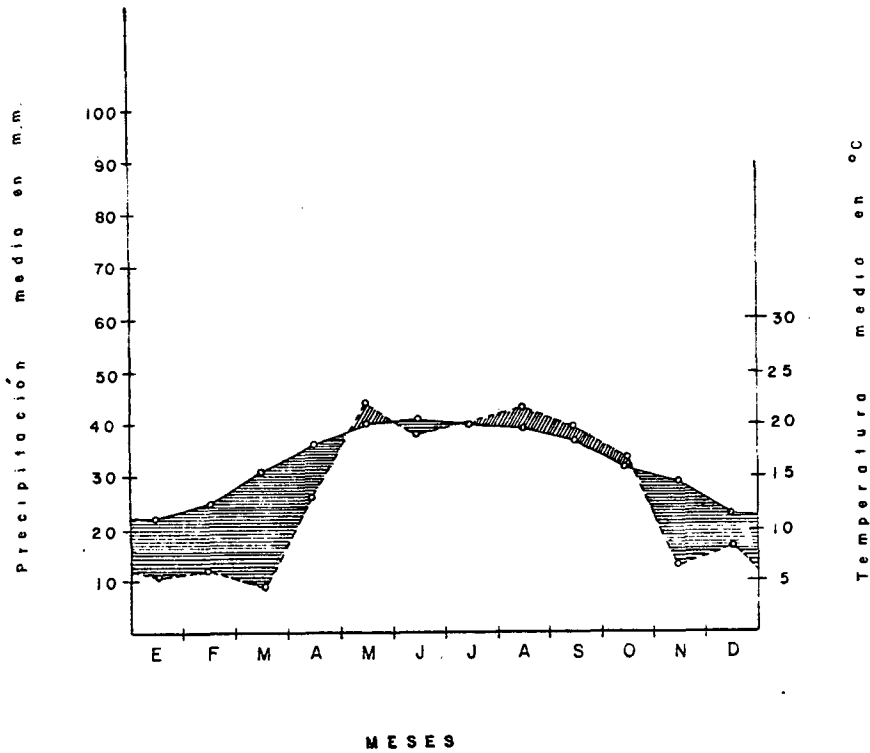
MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
TEMPERATURA en °C													
PROMEDIO	11.3	12.5	15.5	18.1	20.3	20.6	20.2	19.9	18.7	16.7	14.4	11.4	16.63
MAX. MEDIA	12.8	15.4	17.8	21.5	21.6	22.3	22.3	21.9	21.6	20.6	19.2	17.3	
MIN. MEDIA	9.7	9.2	13.4	16.2	19.0	16.5	16.4	15.4	16.9	12.9	9.6	9.1	
MAX. ABSOLUTA	22.0	25.0	27.0	32.0	35.0	38.0	40.0	41.1	37.0	33.0	29.0	24.0	
MIN. ABSOLUTA	-7	-4	4	7	9	12.0	20.0	20.0	8	3	-2	-5	
LLUVIA en mm													
AÑOS PARA EL PROMEDIO	22	22	23	23	23	23	23	23	23	22	23	22	
PROMEDIO	11.7	12.6	9.5	26.8	44.3	38.6	40.6	43.7	39.7	33.2	13.5	17.1	
MAX. ABSOLUTA MENSUAL	46.0	62.0	45.0	55.0	112.0	85.0	104.0	133.0	81.0	127.0	74.5	74.0	
MIN. ABSOLUTA MENSUAL	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	7.0	3.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
EVAPORACION en mm													
PROMEDIO													
Estación: RAICES													
Municipio: GALEANA Estado: NUEVO LEON													
Período de observación: 1941-1964													
Latitud: 24° 34' Longitud: 100° 15' Altitud: 1800 msnm.													

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL						DETERMINACION DE LOS FACTORES DE CLASIFICACION DEL CLIMA								DEFINICION DEL CLIMA
M E S	Temp °C	i	e	Factor de correcc	EP	Lluvia cm	M H S	H A	E P R	d	s	E	R P	
Ene	11.3	3.44	3.20	0.93	2.97	1.17	0	0	1.17	1.80	0	0	0.60	
Feb	12.5	4.00	3.79	0.89	3.37	1.26	0	0	1.26	2.10	0	0	0.62	
Mar	15.5	5.55	5.45	1.03	5.61	0.95	0	0	0.95	4.66	0	0	0.83	
Abr	18.1	7.01	7.08	1.06	7.50	2.68	0	0	2.68	4.82	0	0	0.64	
May	20.3	8.34	8.59	1.15	9.87	4.43	0	0	4.43	5.44	0	0	0.55	
Jun	20.6	8.53	8.80	1.14	10.03	3.86	0	0	3.86	6.17	0	0	0.61	
Jul	20.2	8.28	8.52	1.16	9.88	4.06	0	0	4.06	5.82	0	0	0.58	
Ago	19.9	8.10	8.30	1.12	9.29	4.37	0	0	4.37	4.92	0	0	0.52	
Sep	18.7	7.37	7.48	1.02	7.62	3.97	0	0	3.97	3.65	0	0	0.47	
Oct	16.7	6.21	6.18	0.99	6.11	3.32	0	0	3.32	2.79	0	0	0.45	
Nov	14.4	4.96	4.81	0.91	4.37	1.35	0	0	1.35	3.02	0	0	0.69	
Dic	11.4	3.48	3.24	0.92	2.98	1.71	0	0	1.71	1.27	0	0	0.42	
ANUAL	199.60	75.27			79.60	33.13				46.47	0	0		

ESTACION: RAICES		i:	EPR:
Latitud: 24° 34'	Altitud: 1800 m sn m	e:	d:
Periodo de Observación: 1941-1964		EP:	S:
		MHS:	E:
		HA:	RP:

A LA VUELTA

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS
 DIRECCION DE AGROLOGIA



Climográfica de Gausson

—●— Temperatura

- - -○- - - Precipitación

Estacion: SAN JOSE DE RAICES Mpio. de GALEANA N.L.

Periodo: 1941 - 1964

 Meses húmedos

 Meses secos

CAPITULO V
A G R I C U L T U R A

5.1. SISTEMAS DE EXPLOTACION:

Al principio de la explotación de los suelos de este Eji - do, se empleó maquinaria agrícola para las diferentes labores - de cultivo, pero debido a la notable disminución de los rendi - mientos a causa del mal uso de agua y suelo, se hizo incosteable su uso por lo que en la actualidad se trabaja más con tracción animal.

En la actualidad los sistemas de explotación se encuentran muy desorganizados, en donde nos encontramos con una mínima o nula aplicación de conocimientos técnicos adecuados, por lo que se considera un sistema de explotación rudimentario.

5.2. CULTIVOS:

Los cultivos actuales son: Alfalfa, Maíz, Trigo y algo de Frijol. Siendo la alfalfa y el maíz los más tolerantes a la salinidad y a las condiciones que prevalecen en los suelos, pero aún así los rendimientos son muy bajos.

5.3. TECNICAS DE CULTIVO:

La uniformidad en las técnicas de cultivo no se ha establecido definitivamente en esta zona, ya que los Ejidatarios desconocen casi totalmente las técnicas apropiadas para una eficiente explotación agrícola como son: Empleo de especies tolerantes a la salinidad, métodos de fertilización, prácticas de riego y métodos de lavado para el control de la salinidad, drenaje, etc., observándose esta falta de conocimientos en la baja producción agrícola.

5.4. MERCADO Y COMERCIALIZACION DE LA PRODUCCION:

Los productos agrícolas que obtengan en el Ejido, tienen -

una buena comercialización por la buena comunicación del lugar y su cercanía a grandes centros de consumo como la Cd. de Saltillo, Coah., Monterrey, Nuevo León, Matehuala, S.L.P. etc., por lo que no será problema su mercadeo. En la actualidad la producción básicamente se emplea para autoconsumo.

5.5. FINANCIAMIENTO Y ASISTENCIA TECNICA:

La asistencia técnica para el Ejido empieza a ser impulsada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, estableciendo parcelas experimentales para probar algunos cultivos tolerantes a la salinidad y observar su comportamiento. El apoyo económico está dado por el Banco Nacional de Crédito Rural.

5.6. POSIBILIDADES AGRICOLAS:

Todas las recomendaciones técnicas que se dan en este estudio, se hacen bajo el supuesto de que la agricultura en esta zona puede prosperar a base de cultivos tolerantes a la salinidad.

Hecha esta advertencia, es necesario tal y como se está haciendo, probar algunos cultivos tolerantes para observar su comportamiento, pero en cada una de las series de suelos de la zona de estudio.

Entre los cultivos más tolerantes a la salinidad tenemos los siguientes: Trébol, Cebada, Centeno, Alfalfa y pastos como el Bermuda, Salado y Harding entre los forrajes. De los frutales tenemos: Palma Datilera, Granada, Higuera, Olivo y Vid. Entre los cultivos anuales: Remolacha, Algodonero, Cártamo, Trigo, Sorgo, Maíz, Avena y Haba. Entre las hortalizas: Betabel, Breton o Col Rosada, Espinaca, Tomate, etc.

CAPITULO VI
G A N A D E R I A

6.1. SISTEMAS DE EXPLOTACION:

El sistema de explotación ha sido y aún lo es el de pastoreo libre o tipo extensivo, donde el ganado depende únicamente del pasto y ramoneo de los potreros y no hay demanda de suple -
mentos.

No existen planes para incrementar la producción, como son en el aspecto alimenticio, sanitario, construcciones adecuadas y manejo así como de mejoramiento genético, etc., por lo que la ganadería no se ha desarrollado.

6.2. ESPECIES Y RAZAS EXISTENTES:

La especie más explotada es la caprina de raza criolla y - en menor grado la vacuna, también de raza criolla.

6.3. COEFICIENTE DE AGOSTADERO:

El coeficiente de agostadero es de 20 a 30 hectáreas/uni -
dad animal.

6.4. COMENTARIOS:

La ganadería regional no ha progresado por falta de financiamiento y asistencia técnica, a pesar de que algunos cultivos forrajeros como la alfalfa y otros están debidamente comproba -
dos con rendimientos satisfactorios.

En la explotación del ganado vacuno se propone el Sistema Semiestabulado, mediante el suministro de forrajes como alfal -
fa, tréboles, sorgo, maíz, etc., intercalando con pastoreos ro-
tatorios en praderas artificiales. Esto propiciará el retorno -
de la materia orgánica hacia el suelo, beneficiando con ello su

fertilidad, ya que estos suelos la requieren en grandes cantidades, siendo la principal fuente el uso de plantas forrajeras.

CAPITULO VII
S U E L O S

7.1. DESCRIPCION GENERAL DE LOS SUELOS:

Los suelos de la zona de estudio, comprenden una parte de planicie con ciertos microrelieve y laderas anexas a ellas con pendiente uniforme y que baja gradualmente, sin grandes alteraciones en el relieve. Toda esta área forma parte de una cuenca cerrada.

La planicie está ocupada totalmente por suelos de la Serie Raíces donde la mayor superficie de éstos ha estado bajo cultivo. La parte de ladera la ocupan suelos de las Series Piamonte y Yesosa, los cuales no han sido abiertos al cultivo, conservan do su vegetación natural.

Los suelos se originaron por la intemperización de rocas sedimentarias calizas, con altos contenidos de Carbonatos de Calcio y Sulfatos de Calcio o Yeso; su formación es coluvio-aluvial en las laderas y aluvial en la planicie; su edad es reciente debido al escaso desarrollo que presentan sus perfiles, con horizontes poco diferenciados.

Las texturas más comunes son: Francas, franco-limosas y franco-arcillo-arenosas o sea de dimensiones medias; los suelos planos son por lo general profundos alcanzando los dos metros, no así los de ladera que varían de 60cm. a 180cm. de profundidad; la salinidad abarca toda la zona de estudio, la cual se incrementa conforme se profundiza en el perfil, con valores que varían de 3 a 20 mmhos/cm. en todo el perfil.

La consistencia es suelta en la parte superficial y dura a muy dura de 60 a 90 cm de profundidad, se presentan abundantes

poros en la parte superficial disminuyendo éstos con la profundidad, como consecuencia la permeabilidad es buena y el drenaje interno eficiente a partir de la superficie del suelo hasta los 60 o 90 cm. de profundidad; se presentan cantidades variables - de Carbonatos totales, de 20 a 35%; disminuyendo éstos contenidos hasta un 4% en la serie raíces; los suelos de ladera presentan en la parte sur abundante pedregosidad en el perfil y en la superficie; la pendiente no es mayor del 1% en la planicie y en la ladera varía del 5 al 12%; la Serie Yesosa y Piamonte presentan un estrato de caliche compactado a partir de 180 a 190 cm. de profundidad, encontrándose éste en la Serie Piamonte fracturado, fragmentado o compactado; el contenido de materia orgánica es bajo como corresponde a los suelos de las zonas áridas, - encontrándose el mayor porcentaje en los horizontes superficiales; no existen afloramientos rocosos; la erosión de la zona de ladera es ligera ya que se encuentra protegida por la vegeta-ción natural; los colores predominantes son café grisáceo a naranja opaco en los horizontes superficiales y en los horizontes profundos los colores son con tonalidades amarillentas o naranja opaco.

7.2. DESCRIPCION DE LAS SERIES DE SUELOS:

Tomando como base el estudio de las características de los horizontes del perfil del suelo observadas en el campo y los datos analíticos obtenidos en el laboratorio, se determinaron las siguientes Series de suelos:

7.2.1. SERIE RAICES:

Los suelos de esta serie ocupan una superficie de 1170.6 ha. que corresponden al 62.32% del área total estudiada, y se encuentran en la parte plana del área. Se derivan de rocas sedimentarias calizas, su modo de formación es aluvial, con poco desarrollo, por lo que son de edad reciente. Su topografía es muy plana con escasas zonas de relieve ondulado, su drenaje superficial es lento. En la actualidad presentan poco peligro de sal-

nidad y ninguno de sodio. Los iones presentes en la solución -- del suelo son sulfatos los cuales predominan siguiéndoles los - cloruros.

Predominan los colores claros con tonalidades amarillentas; presentan manchas blancas, distribuidas en el perfil a partir del segundo horizonte. Su estructura es en general masiva - con tendencia a bloque subangular, débilmente desarrollada; puede presentar dureza desde el primer horizonte; su permeabilidad varía de moderada a muy lenta y su drenaje interno es poco eficiente y deficiente; su textura es de tipo medio.

Se observa yeso cristalizado.

7.2.1.1. DESCRIPCION CON DATOS DE CAMPO DE LOS HORIZONTES:

De 0 a 20/40 cm de profundidad, horizonte A₁, color gris - claro (10 YR 8/1) en seco y naranja opaco (10 YR 7/2) en húmedo; textura franco-limosa, franca y franco-arcillo-arenosa; estructura masiva que rompe a bloque subangular, tamaño pequeño y débilmente desarrollada; consistencia blanda o ligeramente dura en seco, friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástica en saturado; poros frecuentes pequeños y tubulares; permeabilidad moderada y drenaje poco eficiente; reacción al Hcl fuerte; muy pocas raíces medianas y pequeñas.

De 20/40 a 60/100 cm de profundidad, horizonte B₁, color - amarillo pálido (2.5 Y 3/8) en seco y naranja opaco (10 YR 7/4) en húmedo, pocas manchas blancas; textura franca o franco-arcillo-arenosa; estructura de bloque subangular de tamaño pequeño a mediano y desarrollo débil a moderado; la consistencia es dura en seco, friable en húmedo, ligeramente adherente y ligeramente plástica en saturado. Presenta en ocasiones ligera cementación; poros frecuentes, tubulares y de tamaño mediano los cuales en ocasiones se encuentran rellenos de carbonatos o yeso, - este último ocasionalmente en forma cristalizada; reacción al -

al Hcl fuerte; muy pocas raíces de tamaño fino.

De 60/100 a 120/150 cm de profundidad, horizonte B₃, color amarillo pálido (2.5 Y 8/3) en seco y naranja opaco (10 Yr 7/4) en húmedo; muchas manchas blancas; textura franca y franco limosa; estructura de bloque subangular, de tamaño mediano y débilmente desarrollada; consistencia dura en seco, firme en húmedo, no adherente y ligeramente plástica en saturado; el horizonte está ligeramente cementado, con frecuentes o pocos poros tubulares y pequeños; la permeabilidad es de moderada a lenta y el drenaje poco eficiente; se observan pequeños cristales de yeso, y no hay raíces. Reacción al Hcl fuerte.

De 120/150 a 200 cm. o mayor profundidad, horizonte C, color naranja amarillento claro (10 YR 8/3) en seco y naranja amarillento (10 YR 7/4) en húmedo, presenta muchas manchas blancas; textura franca o franco-arcillo-arenosa; estructura de bloque angular, tamaño mediano y desarrollo moderado; consistencia muy dura en seco, firme en húmedo y sin adherencia ni plasticidad en saturado; ligera cementación muy pocos poros medianos y pequeños de forma tubular y vesicular; permeabilidad lenta y drenaje deficiente; también se observan pequeños cristales de yeso y ninguna raíz. Reacción al Hcl fuerte.

7.2.1.2. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA SERIE POR HORIZONTES:

Horizonte A₁, densidad real 1.95g/cm³, densidad aparente 1.25g/cm³; 36% de arena, 51% de limo y 13% de arcilla; pH 7.8, carbonatos totales 7.59%; capacidad de campo 22.90%, P.M.P. 14.22%, agua aprovechable 8.68%; CE 2.70 mmhos/cm; PSI menos del 2%; de los iones solubles, los más abundantes son los de calcio y sulfatos siguiéndoles después el magnesio, cloruros y por último los bicarbonatos; el contenido de materia orgánica es de 1.50 a 2% o sea un contenido pobre; la capacidad de intercambio catiónico de 18.62 me/100 g; de los cationes intercam -

biables predomina ampliamente el calcio; el porcentaje medio de yeso es de 5%.

Horizonte B₁, densidad real 1.95 g/cm³, densidad 1.40 g/cm³; arena 37.84%, limo 49.10%, arcilla 13.06%; capacidad de campo 20.82%, P.M.P. 12.40% y agua aprovechable 8.42%; pH 7.85; carbonatos totales 6.93%; CE varía de 3 a 7 mmhos/cm habiendo un promedio de 4.40 mmhos/cm; el PSI disminuye menos del 1%; los iones solubles mantienen la misma relación que en el horizonte anterior, incrementándose ligeramente la cantidad de cloruros; el contenido de materia orgánica es de 0.67% o sea muy pobre; la capacidad de intercambio catiónico es de 15.24 me/100 g; de los cationes intercambiables sigue dominando el calcio y después el magnesio; el yeso se mantiene en 5%.

Horizonte B₃, densidad real 1.94g/cm³, densidad aparente - 1.15g/cm³ capacidad de campo 19.40%, P.M.P. 11.80% y agua aprovechable 7.60%; arena 51.84%, limo 28.14% y arcilla 20.02%; pH 8.0; carbonatos totales 5.28%; CE 3 mmhos/cm; PSI menor del 1%; de los iones solubles los más abundantes son calcio, sulfatos, magnesio, cloruros y bicarbonatos; la M.O. presenta un contenido del 0.40% o sea muy pobre; la C.I.C. es de 13.33 me/100 g; en los cationes intercambiables sigue dominando ampliamente el calcio siguiéndole después el magnesio; 5% de yeso.

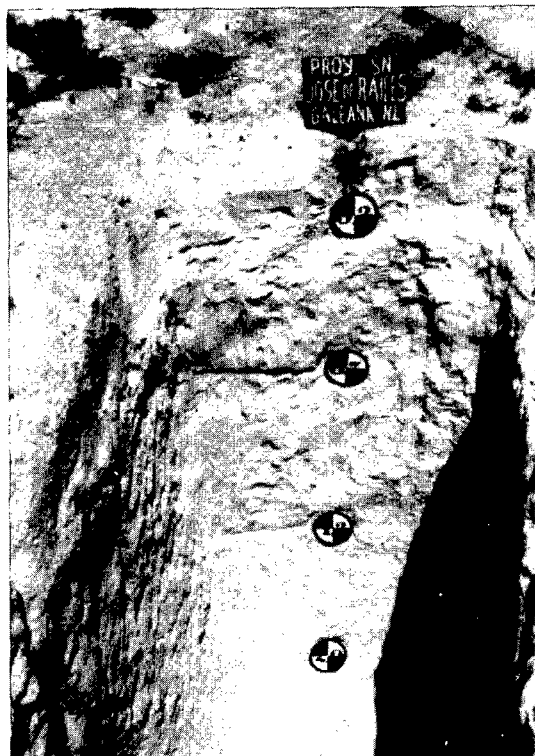
Horizonte C, densidad real 2.17g/cm³, densidad aparente - 1.13g/cm³; capacidad de campo 18.30%, P.M.P. 10.50% y agua aprovechable 7.80%; arena 53.84%, limo 19.16%, arcilla 27.80%; pH 7.80; carbonatos totales 2.14%; Ce 3.60 mmhos/cm; los iones solubles guardan la misma relación que el horizonte anterior, aunque en éste el magnesio tiene un aumento considerable.

El pozo representativo de la serie es el No. 3 Se anexan hojas de campo y laboratorio de esta serie.

DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL PERFIL Núm. 3		Fecha _____				
HORIZONTE	símbolo	A	B ₁	B ₃	C	
	espesor	0-30	30-70	70-130	130-200	
	límite	difuso	difuso	difuso	difuso	
COLOR	seco	10 YR 8/2 gris claro	2.5 Y 8/3 am. pálido	10 YR 8/3 nj. am. cl.	10 YR 8/4 nj. am. op.	
	húmedo	10 YR 7/3 nj. opaco	10 YR 7/4 nj. opaco	10 YR 6/4 nj. opaco	10 YR 7/4 nj. am. op.	
MANCHAS	cantidad	-	pocas	muchas	muchas	
	color	-	blancas	blancas	blancas	
TEXTURA		8-7	7-8	7-6	6	
ESTRUCTURA	forma	masiva bsang.	bsang.	bsang.	bang.	
	tamaño	peq.	med.	med.	med.	
	grado	débil	débil	débil	moderada	
CONSISTENCIA	seco	blanda lig.dura	dura	dura	muy dura	
	húmedo	friable	firable	firme	firme	
	saturado	lig. adh. lig. plást.	lig. adh. lig. plást.	no adh. lig. plást.	no adh. no plást.	
CEMENTACION		-	-	ligera	ligera	
POROS	cantidad	frecuentes	frecuentes	frecuentes	muy pocos	
	forma	tubular	tubular	tubular	tub. y vesí.	
	tamaño	mediano	mediano	mediano	med. y peq.	
PERMEABILIDAD		moderada	moderada	moderada	lenta	
DRENAJE INTERNO		poco efíc.	poco efíc.	poco efíc.	deficiente	
PEDREGOSIDAD	cantidad	-	-	-	-	
	tamaño	-	-	-	-	
	forma	-	-	-	-	
NODULOS MINERALES	cantidad	-	-	yeso en crist.	yeso cris.	
	tamaño			pequeño	pequeño	
	color			amarillento	amarillento	
REACCION AL HCl		fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	
RAICES	cantidad	muy pocas	muy pocas	-	-	
	tamaño	medianas	finas	-	-	
OBSERVACIONES	1.-Origen	1.- Rocas sedimentarias calizas			A	Cm
	2.-Formación	2.- Aluvial			-----	
	3.-Desarrollo	3.- Moderado			B ₁	60
	4.-Erosión	7.- Poco eficiente			-----	
	5.-Pedregosidad	12.- Ligera			B ₃	100
	6.-Rocidad	13.- Suelos bajo cultivo				
	7.-Drenaje superficial	14.- Ligeramente ondulado en algunas zonas			-----	140
	8.-Manto freático					
	9.-Estrato impermeable				C	180
	10.-Rasgos Biológicos					
	11.-Inundación					
	12.-Salinidad aparente					
	13.-Actividad humana					
	14.-Relieve					

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE AGROLOGIA
LABORATORIO SAN LUIS POTOSI
ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

PERFIL DEL SUELO NUM.		Estudio Agrológico San José de Raíces					
Sitio de Muestreo		Pozo No. 3		Representativo Serie Raíces			
Municipio y Estado		Galeana, N.L.					
Remitente		Fecha					
D E T	Número de muestra	121	122	123	124		
	Profundidad (cm)	0-30	30-70	70-130	130-200		
1	Densidad real (g/cm ³)	1.92	1.96	1.94	2.17		
2	Densidad aparente "	1.26	1.41	1.15	1.13		
3	Capacidad de campo (%)	22.90	20.82	19.40	18.30		
4	Punto de marchitamiento permanente "	14.22	12.40	11.80	10.50		
5	Agua aprovechable "	8.68	8.42	7.60	7.80		
6	TEXTURA	Arena "	35.74	37.84	51.84	53.84	
		Limo "	51.00	49.10	28.14	19.16	
		Arcilla "	13.26	13.06	20.02	22.00	
		Clasificación textural	8-7	7-8	7-6	6	
7	pH en H ₂ O (1:2)	7.80	7.85	8.0	7.80		
8	Carbonatos totales (%)	7.59	6.93	5.28	2.14		
9	Conductividad eléctrica en la pasta de suelo (mmhs/cm)	-	-	-	-		
10	Conduct. eléct. en el extracto de saturación "	2.70	4.40	2.90	3.60		
11	pH en extracto	7.20	7.30	7.40	7.25		
12	Cantidad de agua en el suelo o saturación (%)	50.00	50.00	50.00	45.00		
13	S O L U B I L E S	Calcía (me/litro)	36.00	41.00	40.00	40.00	
14		Magnesio "	12.00	23.00	6.00	20.00	
15		Sodio "	2.29	6.11	0.99	2.03	
16		Potasio "	0.30	1.09	0.34	0.91	
17		Carbonatos "	0.0	0.0	0.0	0.0	
18		Bicarbonatos "	0.80	1.20	1.00	1.00	
19		Cloruros "	1.20	8.00	1.80	2.80	
20	Sulfatos "	30.17	39.31	36.76	31.43		
21	Materia orgánica (%)	1.60	0.67	0.40	0.28		
22	Fósforo aprovechable (ppm)	23.89	20.58	18.20	15.12		
23	Capacidad de intercambio catiónico (me/100 g)	18.62	15.24	13.33	11.40		
24	I N T E R C A M B I A B I L E S	Calcío "	160.00	105.00	99.00	92.00	
		Magnesio "	2.50	3.00	3.20	2.30	
		Sodio "	0.77	0.68	0.64	0.60	
		Potasio "	0.45	0.30	0.27	0.17	
28							
29	R E S P E R T A N T E S		0.0	0.2	0.0	0.0	
30							
31							
32							



POZO AGROLOGICO No. 3
REPRESENTATIVO DE LA SERIE RAICES

7.2.2. SERIE PIAMONTE:

Los suelos de esta serie abarcan una superficie de 306.9 ha. que corresponde al 16.34% del área total. Ocupan la parte alta de los terrenos estudiados, encontrándose adyacentes a las partes cerriles de topografía accidentada donde la pendiente alcanza en algunas partes, más del 25%.

Se originan de rocas sedimentarias calizas, su formación, es coluvio-aluvial y aluvial donde ha influido la pendiente que en estos varía de 5 a 12%, presentan relieve poco ondulado.

Por su topografía son susceptibles de erosionarse; su drenaje superficial es rápido y presentan pedregosidad en el perfil y la superficie, principalmente en la parte sur de la serie. De 60 a 90 cm. de profundidad se encuentra un estrato más o menos impermeable.

Estos suelos se encuentran poco desarrollados por lo que se consideran de edad reciente.

En esta serie la salinidad demerita los suelos de 2a a 4a clase, hallándose las mayores concentraciones de sal en los horizontes más profundos y encontrándose en mayor abundancia los cloruros y sulfatos.

Predominan los colores claros en la superficie y naranja claro en el horizonte que sobreyace al caliche, que se distribuye en toda la serie ya sea fracturado, fragmentado o compactado a partir de 150 a 190 cm de profundidad. Presenta muchas manchas blancas en el 2o y 3o horizonte, su textura es de tipo medio, con estructura débilmente desarrollada.

7.2.2.1. DESCRIPCION CON DATOS DE CAMPO DE LOS HORIZONTES:

De 0 a 20/50 cm de profundidad, horizonte A₁, de color café -

grisáceo (7.5 YR 5/2) en seco y café grisáceo (7.5 YR 4/2) en húmedo; textura franca y franco arcillosa; estructura granular de tamaño pequeño y débilmente desarrollada; consistencia suelta en seco, friable en húmedo y adherente y plástica en saturado; abundantes poros de tamaño mediano y pequeño, y forma tubular; buena permeabilidad y drenaje eficiente. La pedregosidad es poca, de tamaño pequeño y de forma redonda, la cantidad de pedregosidad aumenta en la parte sur de esta serie; la reacción al Hcl es muy fuerte; las raíces son muchas de tamaño grande a pequeño, distribuidas en todas direcciones.

De 20/50 a 90/130 cm de profundidad, horizonte AC, de color gris claro (7.5 YR 8/2) en seco y naranja claro (7.5 YR 8/3) en húmedo; presenta frecuentes manchas blancas; textura franca y franco-arcillo-arenosa; estructura de bloque subangular, de tamaño pequeño y débilmente desarrollada; consistencia dura en seco, friable en húmedo y ligeramente plástico y no adherente en saturado; los poros son pocos, tubulares y de tamaño pequeño, la permeabilidad es lenta y el drenaje poco eficiente; presenta una ligera cementación; existe mucha pedregosidad de tamaño mediano a pequeño y de forma irregular; el suelo reacciona de manera fuerte al Hcl; las raíces penetran por las grietas, son pocas y de tamaño pequeño.

De 90/130 a 150/190 cm de profundidad, horizonte C₁, de color naranja opaco (7.5 YR 7/3) en seco y naranja opaco (7.5 YR 6/4) en húmedo; presenta muchas manchas blancas; textura franca, franco-arcillo-arenosa y franco arenosa; estructura masiva que rompe a bloque subangular, de tamaño pequeño y débilmente desarrollada; consistencia ligeramente dura en seco, friable en húmedo, no adherente y ligeramente plástica en saturado; se puede presentar una ligera cementación; se observan pocos poros tubulares y pequeños; su permeabilidad es moderada y el drenaje poco eficiente; mucha pedregosidad, de tamaño pequeño y forma irregular, la reacción al Hcl es fuerte y las raíces son muy pocas

cas y pequeñas.

De 150/190 cm a mayor profundidad se encuentra un estrato de caliche fracturado, fragmentado o compactado.

7.2.2.2. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA SERIE, POR HORIZONTES:

Horizonte A₁, densidad real 2.48 g/cm³, densidad aparente 1.10 g/cm³; capacidad de campo 18.8%, P.M.P. 11.4%, agua aprovechable 7.4%; arena 43.44%, limo 38.00% y arcilla 18.56%; que nos dan una textura franca; el pH dominante es de 8.25; el contenido de carbonatos totales es de 28.8%; CE de 0.68 mmhos/cm; no existe peligro de sodio intercambiable.

De los iones solubles los más abundantes son: El calcio - que predomina con un amplio porcentaje sobre los demás cationes, siguiéndole después el magnesio y luego el sodio y potasio con cantidades en me/litro bajas y aproximadamente iguales; los aniones más abundantes son los sulfatos, siguiéndole los bicarbonatos y por último los cloruros.

La cantidad de materia orgánica presenta un contenido de 3.73% o sea rico; la capacidad de intercambio catiónico es de 14.13 me/100 g y el fósforo aprovechable promedio 30.46 ppm.

Entre los cationes intercambiables el calcio domina sobre los demás con un amplio margen, siguiéndole el magnesio, sodio y potasio.

Horizonte AC, densidad real 2.55 g/cm³, densidad aparente 1.17 g/cm³; capacidad de campo 16%, P.M.P. 9.7%, agua aprovechable 6.0%; arena 45.44%, limo 42.00% y arcilla 12.56% que nos dan una textura franca; el pH es de 8.0; los carbonatos totales promedian 36.0%; la CE promedia 3.00 mmhos/cm con valores máximos que no pasan de 8 mmhos/cm; aunque hay un ligero aumento -

del por ciento de sodio intercambiable, los valores son inferiores al 15%.

De los iones solubles sigue dominando el calcio y sulfatos que aumentan considerablemente en comparación al horizonte anterior, siguiéndole después los cloruros, bicarbonatos y magnesio, que también aumentan su contenido.

La cantidad de materia orgánica disminuye de manera brusca con valores menores del 1%. El fósforo aprovechable disminuye en este horizonte teniéndose un promedio de 19.06 ppm. La capacidad de intercambio catiónico es de 7 me/100 g, predominando ampliamente el calcio, siguiéndolo después, magnesio, sodio y potasio.

Horizonte C, con densidad real de 2.65 g/cm³, densidad aparente 1.22 g/cm³; la capacidad de campo es de 15.2%, el P.M.P. de 9.2%, el agua aprovechable de 6.0%; el contenido de arena promedia 41.44%, el de limo 50.00% y arcilla 8.56%. El pH es de 8.0; los carbonatos totales varían de del 20 al 39.6%. El contenido de sales es variable, con un mínimo de 4.5 mmhos/cm y un máximo de 21.0 mmhos/cm, encontrándose este último valor en el pozo agrológico No. 10'. No hay peligro sodio intercambiable. Entre los iones solubles siguen dominando el calcio, sulfatos, cloruros y magnesio.

La materia orgánica tiene un valor menor del 1% (0.35%) o sea muy pobre. La capacidad de intercambio catiónico es de 3.75 me/100g, predominando el calcio y magnesio como cationes intercambiables. El fósforo aprovechable es de 10.02 ppm.

El pozo agrológico seleccionado como representativo de esta serie es el No. 2'. Se anexan hojas de campo y laboratorio, de la serie Piamonte.

DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL PERFIL Núm. 2'		Fecha _____		
HORIZONTE	símbolo	A	AC	C
	espesor	0-50	50-130	130-190
	límite	brusco	brusco	brusco
COLOR	seco	7.5 YR 5/2 café grisác.	7.5 YR 8/2 gris claro	7.5 YR 7/3 naranja opaco
	húmedo	7.5 YR 4/2 café grisác.	7.5 YR 8/3 naranja claro	7.5 YR 6/4 naranja opaco
MANCHAS	cantidad	-	frecuentes	muchas
	color	-	blancas	blancas
TEXTURA		7	7	7
ESTRUCTURA	formo	granular	bl. sub. ang.	masiva bl. sub. ang.
	tamaño	pequeño	pequeño	pequeño
	grado	débil	débil	débil
CONSISTENCIA	seco	suelta	dura	lig. dura
	húmedo	friable	friable	friable
	saturado	adherente plástica	no adherente lig. plástica	no adherente lig. plástica
CEMENTACION		-	ligera	-
POROS	cantidad	abundantes	pocos	pocos
	forma	tubulares	tubulares	tubulares
	tamaño	med. y peq.	pequeños	pequeños
PERMEABILIDAD		buena	lenta	moderada
DRENAJE INTERNO		eficiente	poco efic.	poco efic.
PEDREGOSIDAD	cantidad	poca	mucho	mucho
	tamaño	pequeño	med. peq.	pequeño
	forma	redonda	irregular	irregular
NODULOS MINERALES	cantidad	-	-	-
	tamaño	-	-	-
	color	-	-	-
REACCION AL HCl		muy fuerte	fuerte	fuerte
RAICES	cantidad	abundantes	pocas	muy pocas
	tamaño	grand. peq.	peq.	peq.
OBSERVACIONES Loc.	1.-Origen	1.- Rocas sedimentarias calizas		
	2.-Formación	2.- Aluvial		
	3.-Desarrollo	3.- Débil		
	4.-Erosión	4.- Ligera		
	5.-Pedregosidad	5.- Poca superficial		
	6.-Rocosisidad	7.- Rápido		
	7.-Drenaje superficial	9.- a 70 cm.		
	8.-Manto freático	12.-Ligera, tiende a aumentar con la profundidad.		
	9.-Estrato impermeable	14.-Ligeramente ondulado		
	10.-Rasgos Biológicos			
	11.-Inundación			
	12.-Salinidad aparente			
	13.-Actividad humana			
	14.-Relieve			
		PERFIL DEL POZO AGOLOGICO		Cm
		A ₁		20
		AC		60
		C		140
				180

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE AGROLOGIA
LABORATORIO SAN LUIS POTOSI
ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

PERFIL DEL SUELO NUM.		Estudio Agrológico San José de Ráfcas					
Sitio de Muestreo		Pozo No. 2'			Representativo Serie Piamonte		
Municipio y Estado		Galeana Nuevo León					
Remite		Fecha					
D E T	Número de muestra	1740	1741	1742			
	Profundidad (cm)	0-50	50-130	130-190			
1	Densidad real (g/cm ³)	2.48	2.55	2.65			
2	Densidad aparente "	1.10	1.17	1.22			
3	Capacidad de campo (%)	18.8	16.0	15.2			
4	Punto de marchitamiento permanente "	11.4	9.7	9.2			
5	Agua aprovechable "	7.4	6.3	6.0			
6	T E X T U R A	Arena "	43.44	45.44	41.44		
		Limo "	38.00	42.00	50.00		
		Arcilla "	18.56	12.56	8.56		
		Clasificación textural	7	7	7		
7	pH en H ₂ O (1:2)	8.25	8.0	8.0			
8	Carbonatos totales (%)	28.8	36.0	39.6			
9	Conductividad eléctrica en la pasta de suelo (mmhs/cm)	-	-	-			
10	Conduct. eléct. en el extracto de saturación "	0.68	3.00	4.50			
11	pH en extracto	8.10	7.85	7.75			
12	Cantidad de agua en el suelo a saturación (%)	50.0	42.5	39.0			
13	S O L U B I L E S	Calcio (me/litro)	8.60	25.00	49.00		
14		Magnesia "	1.60	2.00	5.00		
15		Sodio "	0.29	0.61	0.80		
16		Potasio "	0.25	0.15	0.15		
17		Carbonatos "	0.0	0.0	0.0		
18		Bicarbonatos "	1.60	2.00	2.00		
19		Cloruros "	1.00	13.00	18.00		
20		Sulfatos "	8.17	30.16	41.64		
21		Materia orgánica (%)	3.73	0.93	0.35		
22		Fósforo aprovechable (ppm)	30.46	19.06	10.02		
23	Capacidad de intercambio catiónico (me/100 g)	14.13	7.00	3.75			
24	I N T E R C A M B I A B I L E S	Calcio "	120.00	97.50	84.28		
25		Magnesio "	7.50	7.50	6.80		
26		Sodio "	1.14	2.78	2.20		
27		Potasio "	1.60	0.52	0.24		
28							
29	E S P E C I A L E S	PSI	0.87	2.56	3.20		
30							
31							
32							



POZO AGROLOGICO No. 2'
REPRESENTATIVO SERIE PIEMONTE

7.2.3. SERIE YESOSA:

Esta serie ocupa una superficie de 400.8 ha que representan el 21.34% del área total estudiada. Se localizan en la parte adyacente a la planicie.

Las principales características que distinguen a esta serie son:

El color superficial es gris claro, encontrándose pocas manchas de color blanco en el primer horizonte y muchas en los horizontes más profundos, sus texturas son marcadamente limosas su estructura a través de todo el perfil es masiva aunque rompe a granular y bloque subangular, la consistencia aumenta con la profundidad, variando desde ligeramente dura a muy dura, pero sin encontrar en el perfil signos de cementación. Los poros son abundantes en el primer horizonte, disminuyendo en los horizontes inferiores donde empiezan a ser notorios los de forma vesicular y el taponamiento parcial de los tubulares; la permeabilidad en el horizonte de mayor profundidad es lenta y su drenaje deficiente; sólo existe pedregosidad en el segundo horizonte, la cual es escasa; se pueden distinguir concentraciones de yeso en forma de cristales.

7.2.3.1. DESCRIPCION CON DATOS DE CAMPO DE LOS HORIZONTES:

De 0/20 a 50 cm de profundidad, horizonte A₁, de color gris claro (7.5 YR 8/1) en seco y gris cafésáceo claro (7.5 YR 7/2) en húmedo; pocas manchas blancas; textura franco limosa; estructura masiva que rompe a granular de tamaño pequeño y débilmente desarrollada; consistencia ligeramente dura en seco, friable en húmedo y ligeramente adherente y plástica en saturado; abundantes poros tubulares, medianos y pequeños; buena permeabilidad y drenaje eficiente; presenta pequeños cristales de yeso; reacción al Hcl fuerte; abundantes raíces de tamaño mediano y pequeño.

De 20/50 a 70/110 cm de profundidad, horizonte AC, color - gris claro (7.5 YR 8/2) en seco y gris cafésáceo claro (7.5 YR 7/2) en húmedo; presenta muchas manchas blancas; textura franco limosa; estructura masiva, que rompe a bloque subangular de tamaño pequeño y débil desarrollo; consistencia dura en seco, - friable en húmedo y ligeramente adherente y plástica en saturado; pocos poros tubulares de tamaño pequeño; permeabilidad lenta y drenaje poco eficiente; se encuentra poca pedregosidad de tamaño pequeño y forma redondeada; se presentan pequeños cristales de yeso irregularmente distribuidos; la reacción al Hcl es fuerte; las raíces son pocas y pequeñas.

De 70/110 a 100/180 cm de profundidad, horizonte C, de color naranja amarillento claro (7.5 YR 8/3) en seco y naranja - opaco (7.5 YR 7/4) en húmedo; presenta muchas manchas blancas; textura franco-limosa y franca; estructura masiva que rompe a - bloque subangular de tamaño pequeño y débilmente desarrollada; consistencia muy dura en seco, firme en húmedo y sin adherencia ni plasticidad en saturado; pocos poros, tubulares y vesicula - res de tamaño pequeño, permeabilidad lenta y drenaje deficiente; acumulaciones frecuentes de yeso y carbonatos; reacción al Hcl fuerte; muy pocas raíces de tamaño pequeño. Subyacendo a este - horizonte se encuentra un estrato calichoso compactado.

7.2.3.2. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA SE RIE, POR HORIZONTES:

Horizonte A₁, densidad real 2.28g/cm³, densidad aparente - 1.12g/cm³; capacidad de campo 21.6%, P.M.P. 13.1%, agua aprovechable 8.5%; arena 25.4%, limo 66.00%, arcilla 8.56% que nos da una textura franco-limosa; el pH tiene un valor promedio de 8.0; la conductividad eléctrica en el extracto de saturación es de - 4.60 mmhos/cm; los carbonatos totales promedian 19.8%; el sodio intercambiable es menor del 5%; el agua de saturación es del - 50.0%. Los iones solubles en me/litro promedian lo siguiente: Calcio 40.0, magnesio 4.0, sodio 0.64, potasio 1.78, bicarbonatos 1.50, cloruros 2.0 y sulfatos 29.15. La materia orgánica tiene un promedio

de 3.38% o sea un contenido de medio a rico; fósforo aprovechable 24.37 ppm; capacidad de intercambio catiónico 12.83 me/100g. De los cationes intercambiables expresados en me/100g tenemos: El calcio con 227.50, magnesio 12.50, sodio 1.24 y potasio 6.80.

Horizonte AC, densidad real 2.84 g/cm^3 , densidad aparente 1.25 g/cm^3 , capacidad de campo 16.2%, P.M.P. 9.8%, agua aprovechable 6.4%; arena 35.44%, limo 56.00% y arcilla 8.56% que nos dan una textura franco limosa; pH 8.0; carbonatos totales 11.40% conductividad eléctrica 5.00mmhos/cm; agua de saturación 40.0%. Los iones solubles en me/litro nos dieron los siguientes resultados: Calcio 50.0, magnesio 2.5, sodio 6.96, potasio 2.34, bicarbonatos 1.0 y sulfatos 33.31. El contenido de materia orgánica es de 0.64%, el cual es muy pobre; fósforo aprovechable - 19.84 ppm; capacidad de intercambio catiónico 8.3 me/100 g. Los resultados de los cationes intercambiables son los siguientes: Calcio 125 me/100g, magnesio 17.50 me/100g. sodio 1.14 me/100g y potasio 1.70 me/100g. El PSI es menor del 7%.

Horizonte C, densidad real 2.74 g/cm^3 , densidad aparente - 1.22 g/cm^3 ; capacidad de campo 16.9%, P.M.P. 10.3%, agua aprovechable 6.6%; arena 30.44%, limo 61.00% y arcilla 8.56% que nos da una textura franco-limosa; pH 8.10; carbonatos totales 19.2% conductividad eléctrica 18.0 mmhs/cm; cantidad de agua en el - suelo a saturación 35.0%. Iones solubles en me/litro: Calcio - 115.0, magnesio 15.0, sodio 35.2, potasio 3.24, bicarbonatos - 1.25, cloruros 25.0 y sulfatos 88.48. Materia orgánica 0.32% o sea contenido muy pobre; fósforo aprovechable 12.42 PPM; capacidad de intercambio catiónico 6.50 me/100g. Cationes intercambiables en me/100g: Calcio 82.33, magnesio 15.20, sodio 1.10 y potasio 1.02.

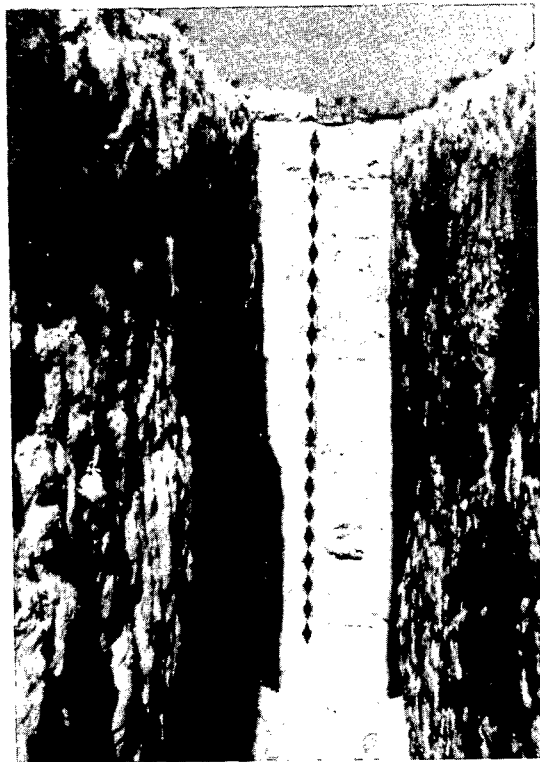
Las características físicas y químicas de los suelos de esta serie indican pocos cambios en la densidad tanto real como aparente, una textura que se mantiene bastante uniforme en todo

el perfil, el aumento en los contenidos de limo es una de las - principales características de la serie; los carbonatos totales se mantienen en un promedio de 18.0%; a medida que se profundiza en el perfil se observa un incremento en el contenido de yeso y de sales; la capacidad de intercambio catiónico decrece - con la profundidad hasta alcanzar un promedio de 6.5 me/100g. - Se hace notar que en esta serie al igual que en la serie piamonte, se encuentra un estrato de caliche compactado que entorpece la buena permeabilidad y el drenaje en la parte inferior del - perfil, que es donde se encuentra éste estrato, que contiene ma yor cantidad de yeso que carbonatos.

DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL PERFIL Núm. 14'					Fecha		
HORIZONTE	símbolo	A	AC	C			
	espesor	0-20	20-70	70-180			
	límite	brusco	difuso	difuso			
COLOR	seco	7.5 YR 8/1 gris claro	7.5 YR 8/2 gris claro	7.5 YR 8/3 narj. am. cl.			
	húmedo	7.5 YR 7/2 gris.caf.cl.	7.5 YR 7/2 gris caf.cl.	7.5 YR 7/4 naranja opaco			
MANCHAS	cantidad	pocas	muchas	muchas			
	color	blancas	blancas	blancas			
TEXTURA		8	8	8			
ESTRUCTURA	forma	mas. a gran.	masiva a bl.sub.ang.	masiva a bl.sub.ang.			
	tamaño	pequeño	pequeño	pequeño			
	grado	débil	débil	débil			
CONSISTENCIA	seco	lig. dura	dura	muy dura			
	húmedo	friable	friable	firme			
	saturado	lig.adheren. lig.plástico	lig.adherent. lig.plástica	no adherente no plástica			
CEMENTACION		no	no	no			
POROS	cantidad	abundantes	pocos	pocos			
	forma	tubulares	tubulares	tub. y vesic.			
	tamaño	med.y peq.	pequeño	pequeño			
PERMEABILIDAD		buena	lenta	lenta			
DRENAJE INTERNO		eficiente	poco efic.	deficiente			
PEDREGOSIDAD	cantidad	no	poca	no			
	tamaño		pequeña				
	forma		redonda				
NODULOS MINERALES	cantidad	cristales de yeso	cristales de yeso	cristales de yeso			
	tamaño	pequeño	pequeño	pequeño			
	color	transp.	transp.	transp.			
REACCION AL HCl		fuerte	fuerte	fuerte			
RAICES	cantidad	abundantes	pocas	muy pocas			
	tamaño	med. y peq.	pequeñas	pequeñas			
OBSERVACIONES	1.-Origen	1.- Rocas sedimentarias calizas y			PERFIL DEL POZO AGOLOGICO	A1	20
	2.-Formación	yesíferas					
	3.-Desarrolló	2.- Coluvio-aluvial y aluvial				AC	60
	4.-Erosión	3.- Débil					
	5.-Pedregosidad	4.- Ligera				100	
	6.-Rocosisad	5.- Poca en el perfil					
	7.-Drenaje superficial	7.- Moderado a rápido				140	
	8.-Manto freático	9.- Muy ligera a más de 60cm de					
	9.-Estrato impermeable	profundidad.				180	
	10.-Rasgos Biológicos	12.-Ligera en los primeros 2 hori-					
	11.-Inundación	zontes y moderana en el último.					
	12.-Salinidad aparente						
13.-Actividad humana							
14.-Relieve							

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE AGROLOGIA
LABORATORIO SAN LUIS POTOSI
ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

PERFIL DEL SUELO NUM.		Estudio Agrológico San José de Raíces			
Sitio de Muestreo		Pozo 14 ¹ Representativo Serie Yesosa			
Municipio y Estado		Galeana, N.L.			
Remitente		Fecha			
D E T	Número de muestra	1776	1777	1778	
	Profundidad (cm)	0-20	20-70	70-180	
	1 Densidad real (g/cm ³)	2.28	2.84	2.74	
2	Densidad aparente "	1.12	1.25	1.22	
3	Capacidad de campo (%)	21.6	16.2	16.9	
4	Punto de marchitamiento permanente "	13.1	9.8	10.3	
5	Agua aprovechable "	8.5	6.4	6.6	
6	T E X T U R A	Arena "	25.44	35.44	30.44
		Limo "	66.00	56.00	61.00
		Arcilla "	8.56	8.56	8.56
		Clasificación textural	8	8	8
7	pH en H ₂ O (1:2)	8.0	8.10	8.10	
8	Carbonatos totales (%)	19.8	11.4	19.2	
9	Conductividad eléctrica en la pasta de suelo (mmhs/cm)	-	-	-	
10	Conduct. eléct. en el extracto de saturación "	4.60	5.00	18.00	
11	pH en extracto	7.60	7.65	7.50	
12	Cantidad de agua en el suelo a saturación (%)	50.0	40.0	35.0	
13	S O L U B I L I D A D E S	Calcio (me/litro)	40.0	50.0	115.0
14		Magnesio "	4.0	2.5	15.0
15		Sodio "	0.64	6.96	35.2
16		Potasio "	1.78	2.34	3.24
17		Carbonatos "	0.0	0.0	0.0
18		Bicarbonatos "	1.50	1.0	1.25
19		Cloruros "	2.0	5.0	25.0
20		Sulfatos "	29.15	33.31	88.48
21	Materia orgánica (%)	3.38	0.64	0.32	
22	Fósforo aprovechable (ppm)	24.37	19.84	12.42	
23	Capacidad de intercambio catiónico (me/100 g)	12.83	8.3	6.5	
24	I N T E R C A M B I A B I L I D A D E S	Calcio "	227.50	125.00	82.33
25		Magnesio "	12.50	17.50	15.20
26		Sodio "	1.24	1.14	1.10
27		Potasio "	6.80	1.70	1.02
28					
29	E S P E C I A L I D A D E S	PSI	0.49	0.78	0.92
30					
31					
32					



POZO AGROLOGICO No. 14'
REPRESENTATIVO DE LA SERIE YESOSA.

7.3. CLASIFICACION AGRICOLA DE SUELOS PARA FINES DE RIEGO:

Los suelos se clasificaron como de 2a a 4a clase, siendo los principales factores de demerito; Salinidad (A_1), la cual se incrementa con la profundidad del perfil; permeabilidad (S_3) que comienza a tener problemas a partir de 60 cm de profundidad; presencia de estratos impermeables (D_3), a partir de 70 y 90 cm de profundidad; pedregosidad superficial (P_2), y en el perfil (P_1), principalmente en la parte sur de la zona estudiada; pendiente inclinada (T_1), que se localiza primordialmente en la serie piamonte; relieve ondulado (T_2), en la mayor parte de la zona estudiada; en algunas partes y principalmente en las áreas inclinadas, se puede encontrar poca profundidad de suelo (S_2); drenaje superficial (D_1) que en la zona de ladera es rápido y en la planicie es deficiente.

Esta clasificación no es definitiva, ya que pueden establecerse sistemas especiales de clasificación, los cuales consideren la cantidad y forma mineralógica del sulfato de calcio o yeso, sus relaciones con otras sales y compuestos orgánicos y su demerito de acuerdo a esas características. También debe tomarse en cuenta el contenido de carbonatos de calcio, ya que no existe un criterio establecido para clasificar los suelos de acuerdo a su contenido.

7.4. SALINIDAD Y/O SODICIDAD:

Los suelos salinos son aquellos que contienen, en alguno de sus horizontes, sales minerales solubles en cantidades perjudiciales para el desarrollo de las plantas. El horizonte que más influye por la acción de estas sales solubles en el desarrollo de las plantas, es el horizonte radicular, siendo los principales factores que favorecen la salinización los siguientes: Mal drenaje, agua frática o superficial, agua para riego de mala calidad, el clima, la vegetación, la topografía, etc.

La clasificación por sales se basa en la cantidad de iones

solubles extraídos de una parte de suelo a saturación, cuantificándose las sales solubles por medio de la conductividad eléctrica, expresada en mmhos/cm. El porciento de sodio intercambiable (P.S.I.) se hace en relación con los cationes de intercambio, estableciéndose cuatro tipos de suelo, según el contenido de sales y/o sodio, los cuales son:

TIPOS DE SUELOS	C.E. EN MMHOS/CM	P.S.I.
Normales	menor de 4.0	menor de 15
Salinos	mayor de 4.0	menor de 15
Salino-Sódicos	mayor de 4.0	mayor de 15
Sódicos	menor de 4.0	mayor de 15

Los suelos normales no presentan problemas de sales que afecten el desarrollo de las plantas.

El término "salino" se aplica a suelos cuya conductividad eléctrica del extracto de saturación sea mayor de 4.0mmhs/cm. a 25°C, con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15. Los suelos salinos se reconocen casi siempre por la presencia de costras blancas de sal en su superficie, o moteadas en el perfil del suelo.

Las características químicas de los suelos salinos quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de sales presentes. Los aniones más comunes son los cloruros y los sulfatos. El mejoramiento de estos suelos puede lograrse mediante la lavados, siempre que tengan drenaje adecuado, entendiéndose como necesidad de lavado, la cantidad de agua de riego que debe percolarse a través de la zona de raíces para controlar la salinidad a un determinado nivel y depende de la concentración de sales presentes en el agua de riego y de la máxima concentración permisible en la solución del suelo. Los aspectos de irrigación lavado y drenaje, deben tratarse en forma conjunta si se desea obtener una máxima eficiencia.

La mayor parte de los suelos del área contienen sales en cantidades que varían de 4.5 a 25.0 mmhs/cm, encontrándose las mayores concentraciones en horizontes inferiores, de 70 a 80 cm de profundidad y principalmente en la serie yesosa.

Estas sales tienen su origen en las rocas predominantes de la región las cuales contienen sales como los sulfatos, cloruros y bicarbonatos de calcio, magnesio y sodio; las que se distribuyen en las depresiones y áreas bajas y en los suelos de la dera.

Respecto a la sodicidad de los suelos, actualmente no hay peligro de sodio intercambiable y si en algunas áreas se encuentran regulares cantidades de sodio soluble, éste se bloquea con las altas concentraciones de calcio que contrarretan su efecto nocivo.

El cuadro siguiente muestra la relación de respuesta de las plantas a las sales solubles expresadas en términos de la conductividad eléctrica del extracto de saturación.

CE del extracto de saturación en mmhos/cm a 25°C	Respuesta de la Planta
0-----2	Efectos salinos usualmente depreciables.
0----4	El rendimiento de cultivos muy sensibles a las sales puede ser restringido.
4----8	El rendimiento de cultivos sensibles a las sales es restringido.
8----16	Solamente los cultivos tolerantes a las sales rinden satisfactoriamente.
más de 16	Solamente unos cuantos cultivos muy tolerantes a las sales rinden satisfactoriamente.

7.5. ANALISIS ESPECIALES:

Para tener la seguridad de la composición de los suelos, se llevó a cabo un análisis químico total, uno físico-químico y un espectrofotométrico.

Las muestras se obtuvieron de pozos agrológicos ubicados - en tres distintas parcelas todas de la serie raíces, escogiéndose de diferentes profundidades para su análisis.

Los datos obtenidos son los siguientes:

ANALISIS QUIMICO TOTAL					
PROFUNDIDAD	CALCIO	AZUFRE	HUMEDAD	HIERRO	TOTAL
cm	% Ca	% SO ₄	%	% F ₂ O ₃	%
0-30	23.69	54.66	21.47	0.018	99.84
30-65	23.21	52.03	22.14	0.018	97.40
65-90	21.95	52.67	21.93	0.071	96.62
90-175	21.60	49.61	23.40	0.089	94.70
175-260	23.27	53.65	22.48	0.027	99.43
260-400	23.13	54.76	21.75	0.009	99.65

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS					
PROFUNDIDAD	CAP. DE CAMPO	pH	CARBONATOS TOTALES	SODIO INTERCAMBIABLE	CE
cm	%	-	%	%	mmhos/cm
0-30	30.18	7.9	0.35	1.70	2.40
30-65	58.58	7.5	5.36	1.61	2.45
65-90	36.72	7.6	3.19	1.74	3.18
90-175	58.24	7.4	5.05	1.65	2.40
175-200	32.85	7.0	0.72	1.91	2.56
260-400	31.29	7.0	4.78	1.83	2.42

7.5.1. COMENTARIOS:

De acuerdo con los resultados de los análisis, los componentes dominantes son calcio y azufre (sulfatos), se encuentra

poco sodio intercambiable y bajos contenidos de sales.

El principal componente mineralógico resultó ser el sulfato de calcio en las formas de anhidrita y alabastro.

CAPITULO VIII
I R R I G A C I O N

8.1. SITUACION ACTUAL:

Como ya se dijo, los suelos objeto de estudio se dividen - en dos geoformas, una de ladera y otra de planicie. Los suelos de la zona de ladera actualmente no se encuentran bajo riego y éste es el primer intento para estudiar las posibilidades de incorporarlos a la agricultura de riego. Los suelos de la zona de planicie ya han sido irrigados con anterioridad y actualmente - se observa una mayor compactación y la consecuente pérdida de - permeabilidad debido a la mayor acumulación de sales aportadas por el agua de riego, que se encuentran tapando los espacios vacíos del suelo e incrementando su salinidad.

Los métodos de riego por surcos o melgas son los utiliza - dos por los Ejidatarios, pero sin tomar en cuenta, láminas de - sobreriego para eliminar las sales del agua de riego, lavados, drenaje, intervalos de riego apropiados etc., por lo que la - irrigación que se lleva a cabo en estos suelos no es la apropia - da. Siendo estas prácticas desconocidas por los Ejidatarios.

8.2. CALIDAD DE LAS AGUAS PARA FINES DE RIEGO:

La clasificación de las aguas de los pozos profundos, si - tuados en la zona de estudio son: por sales C_4 y S_1 por sodio, que significan lo siguiente:

C_4 , agua muy altamente salina, la cual no es apropiada pa - ra riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasion - almente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso - de agua para lograr un buen lavado; en este caso se deben selec - cionar cultivos altamente tolerantes a sales.

C₁, agua baja en sodio, que puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable, menos aún en los suelos objeto de estudio por las altas concentraciones de calcio que impiden sus efectos nocivos.

Clasificación del agua para riego, por su contenido de sales:

CLASE	SALINIDAD	MICROMHOS/CM	SIMBOLO
Muy buena	Baja	100 a 250	C ₁
Buena	Media	250 a 750	C ₂
Mediana	Alta	750 a 2250	C ₃
Peligrosa	Muy alta	2250 a 5000	C ₄

Los valores que limitan las diferentes clases de agua para riego por sodicidad, varían con la conductividad eléctrica, clasificándose de la siguiente manera:

CLASE	SODICIDAD	RAS PARA 100 MICROMHOS/CM	RAS PARA 2000 MICROMHOS /CM	RAS PARA 5000 MICROMHOS /CM	SIMBOLO
Muy buena	Baja	0 a 10	0 a 4	0 a 25	S ₁
Buena	Media	10 a 18	4 a 9	2.5 a 2.6	S ₂
Mediana	Alta	18 a 26	9 a 14	6.6 a 11	S ₃
Peligrosa	Muy alta	+ de 26	+ de 14	+ de 11	S ₄

Para eliminar las sales del agua de riego, se requiere del uso de láminas de sobreriego que serán calculadas de acuerdo al uso consuntivo, la tolerancia del cultivo a las sales y al contenido de sales del agua de riego; aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Lámina de sobreriego} = \frac{CE_{ar}}{CE_{ad} - CE_{ar}} \quad UC$$

Donde:

CE_{ar} = Conductividad eléctrica en mmhos/cm, correspondiéndole al contenido de sales del agua de riego.

CE_{ad} = Conductividad eléctrica en mmhos/cm, correspondiéndole a la tolerancia a las sales del propio cultivo.

UC = Uso consuntivo, del cultivo de que se trate.

Por ejemplo; El agua para riego extraída del pozo profundo que se encuentra en la parte sur del pozo agrológico No. 7' de la serie piamonte, reporta una conductividad eléctrica de 2420 micromhos/cm, que convirtiéndolos a mmhos/cm quedan como: $CE_{ar} = 2.42$ mmhos/cm; si la tolerancia del cultivo a las sales es de 4.0 mmhos/cm o sea $CE_{ad} = 4.0$ mmhos/cm, y si el uso consuntivo para la alfalfa es de 99.6 cm, la lámina de sobre riego calculada será de:

$$LS = \frac{CE_{ar}}{CE_{ad} - CE_{ar}} UC; \text{ de donde } LS = \frac{2.42}{4.0 - 2.42} 99.6 = 152.48 \text{ cm}$$

Por lo que la lámina total sería de $99.6 + 152.48 = 252.08$ cm. Pero si se toma como tolerancia 8.0 mmhos/cm, tendríamos que la lámina de sobre riego sería de 142.93 cm ya que:

$$LS = \frac{2.42}{8.0 - 2.42} 99.6 = 43.33 \text{ cm}$$

y $43.33 + 99.6 = 142.93$ cm que es la lámina de sobre riego total.

Si se toman tolerancias a las sales del propio cultivo de 4.0, 6.0 y 8.0 mmhos/cm, tendríamos láminas de sobre riego equivalentes a un porcentaje del uso consuntivo, calculándose de la siguiente manera:

$$LS = \frac{CE_{ar}}{CE_{ad} - CE_{ar}} \frac{100}{CE_{ar}} = \% \text{ del uso consuntivo}$$

$$\text{Para } 4.0 \text{ mmhos/cm } \% \text{ del UC} = \frac{2.42}{4.0 - 2.42} 100 = 153.10\%$$

$$\text{Para } 6.0 \text{ mmhos/cm \% del UC} = \frac{2.42}{6.0 - 2.42} 100 = 67.60\%$$

$$\text{Para } 8.0 \text{ mmhos/cm \% del UC} = \frac{2.42}{8.0 - 2.42} 100 = 43.51\%$$

De los cultivos recomendados para esta zona por su tolerancia a la salinidad, algunos se consideran tolerantes y otros se consideran medianamente tolerantes, a excepción del frijol que tiene una tolerancia de 4 mmhos/cm por lo que su lámina de sobreriego, sería el equivalente a 153.10% de su uso consuntivo, que es de 44.56cm, siendo su lámina de sobreriego de 124.76cm.

8.3. PROBLEMAS ACTUALES:

Las características actuales del suelo en relación con el riego, que nos servirán para determinar los métodos de irrigación más adecuados, y para seleccionar los cultivos y prácticas agrícolas que mejor convengan para mantener un bajo nivel de salinidad, un buen drenaje interno y una adecuada permeabilidad son las siguientes:

El drenaje superficial es de moderado a rápido en los suelos de ladera, y lento a muy lento en los de planicie, a consecuencia de su topografía.

La compactación del perfil en algunas zonas, principalmente el área plana, impide el fácil drenaje y hace que la permeabilidad tienda a ser lenta. Se limita también la aereación por el bloqueo de los poros al ser estos sellados con materiales de calcio principalmente, como ocurre en la parte media del perfil de la serie yesosa; o la compactación que se observa en casi todo el perfil de la serie raíces, originado en parte por el riego con agua de mala calidad.

La disposición de las sales a través del perfil en la zona de ladera varía de menos a más con la profundidad del mismo, y en la zona de planicie que ha estado bajo riego, las sales se -

distribuyen a través de todo el perfil por el movimiento ascendente y descendente del agua, produciéndose el movimiento ascendente por desecación del suelo superficial, a causa de la evaporación y transpiración que crea un gradiente de succión, el cual produce un movimiento ascendente muy notable de agua y sales solubles, por lo que la concentración de sales en la solución del suelo es mayor a medida que aumenta la desecación del suelo. El movimiento descendente se produce por el aumento en el flujo de agua a través del perfil, disminuyendo así la salinidad.

8.4. PRUEBAS DE CAMPO:

Se hicieron tres pozos agrológicos especiales en la serie raíces, ubicados en tres distintas parcelas, para determinar en cada horizonte hasta una profundidad, de 420 cm, su velocidad media de infiltración, los reportes de cada uno de ellos se graficaron en forma individual para poder apreciar mejor sus diferencias generales.

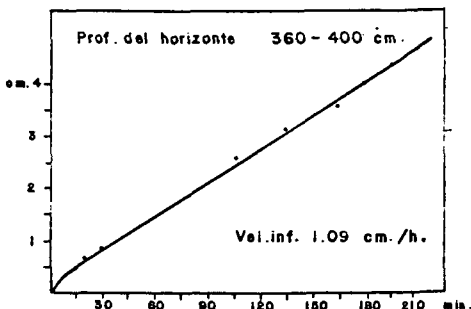
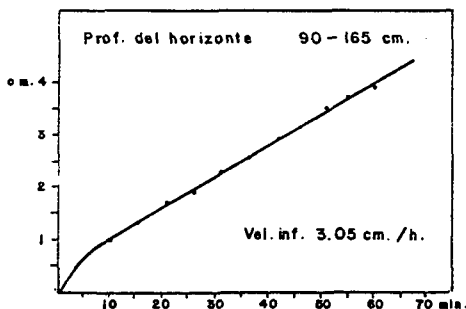
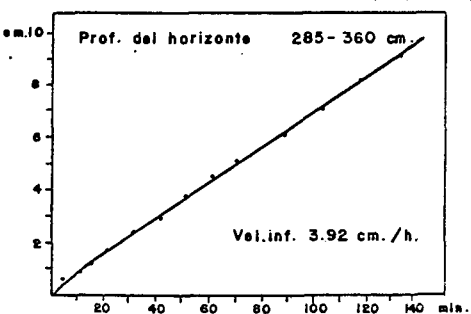
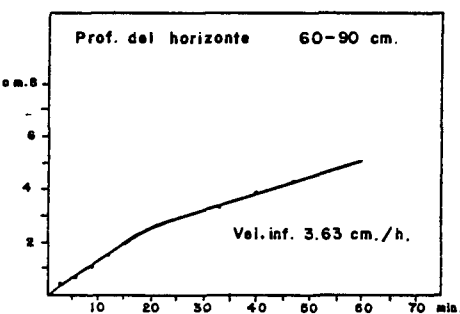
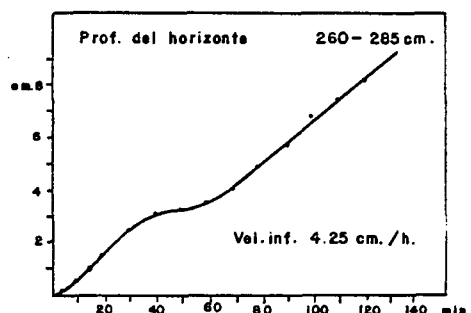
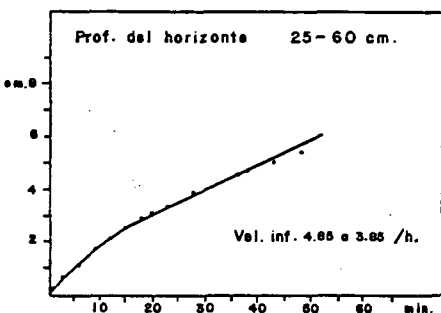
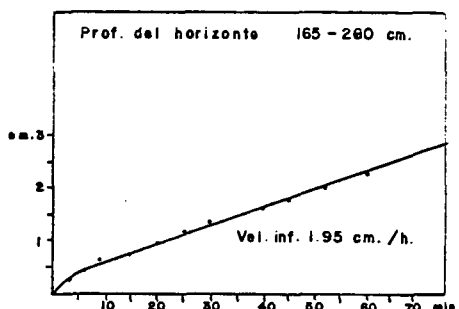
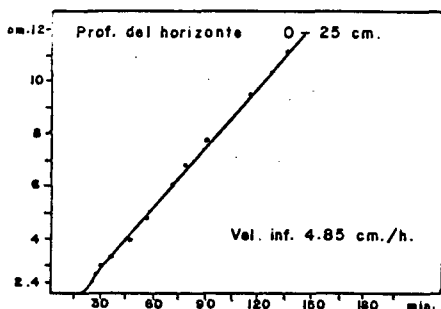
Las distintas velocidades de infiltración se clasifican de la siguiente manera:

- | | | |
|---------------|-------|------------------------|
| 1.- Muy lenta | | menos de 0.25 cm/hora |
| 2.- Lenta | | de 0.25 a 1.75 cm/hora |
| 3.- Media | | de 1.75 a 2.50 cm/hora |
| 4.- Rápida | | más de 2.50 cm/hora |

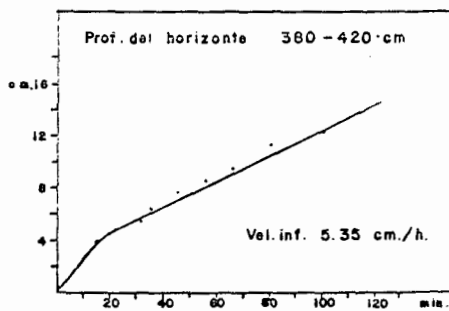
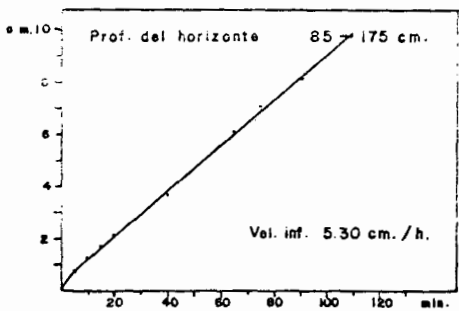
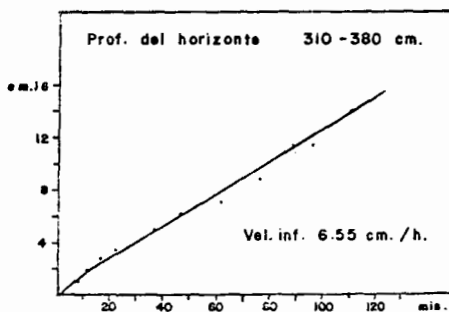
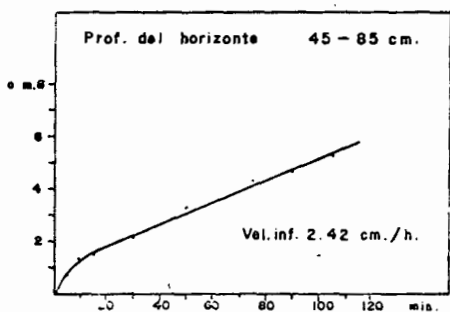
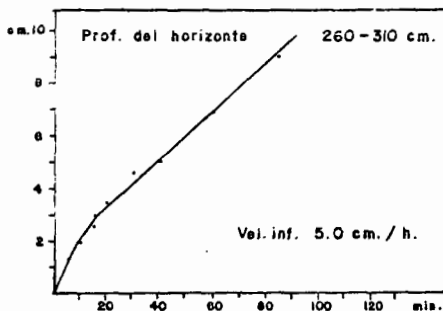
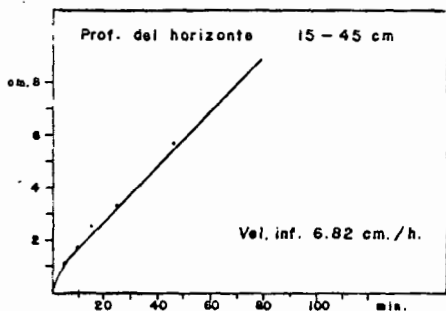
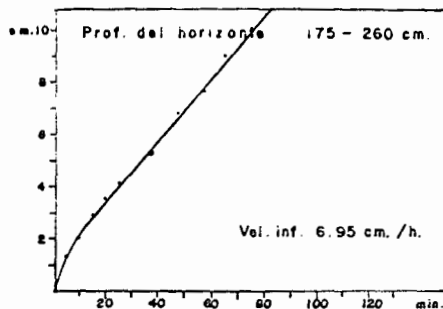
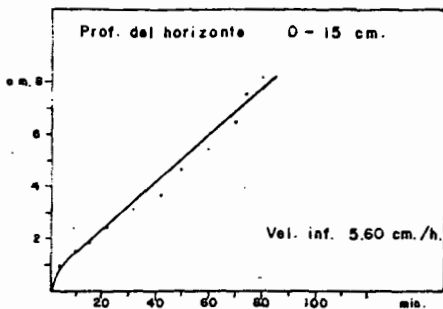
De acuerdo a esta clasificación y a los resultados obtenidos en cada uno de los horizontes estudiados, podemos decir que la velocidad de infiltración es en general de media a rápida.

A continuación se pueden observar las gráficas de las distintas velocidades de infiltración.

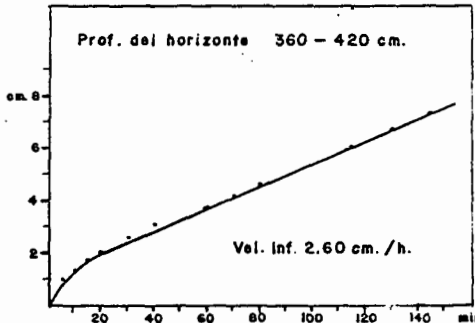
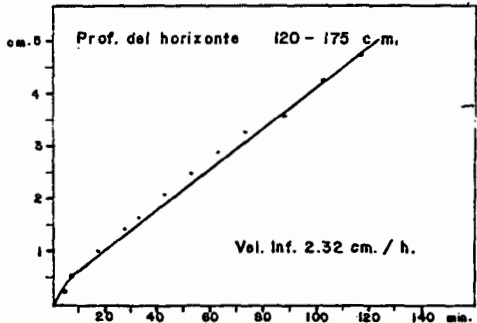
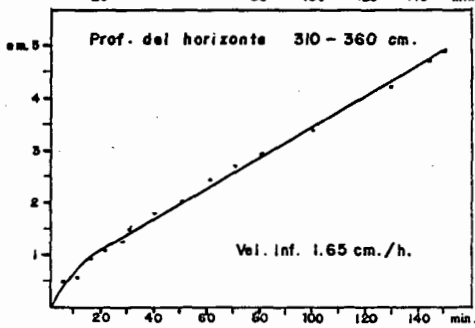
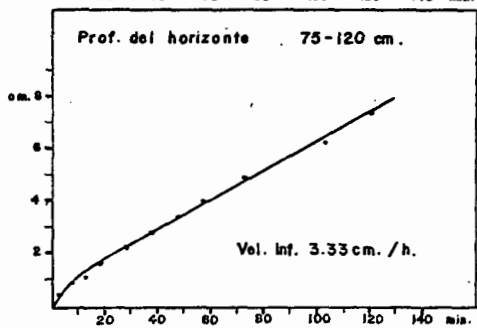
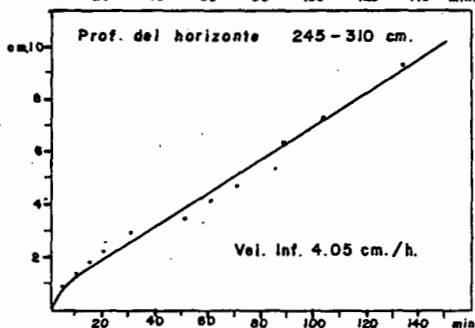
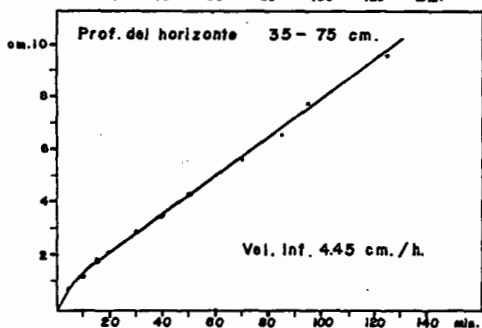
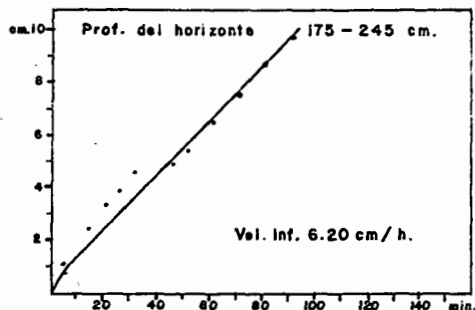
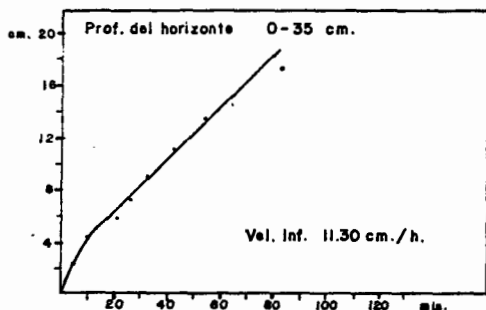
DETERMINACION DE LA VELOCIDAD MEDIA DE INFILTRACION EN DIFERENTES HORIZONTES DEL POZO AGROLOGICO ESPECIAL UBICADO EN LA PARCELA DE ANSELMO RAMIREZ EJIDO SAN JOSE DE RAICES GALEANA N.L.



DETERMINACION DE LA VELOCIDAD MEDIA DE INFILTRACION EN DIFERENTES HORIZONTES DEL POZO AGROLOGICO ESPECIAL UBICADO EN LA PARCELA DE MONICO RAMIREZ EJIDO SAN JOSE DE RAICES GALEANA N. L.



DETERMINACION DE LA VELOCIDAD MEDIA DE INFILTRACION EN DIFERENTES HORIZONTES DEL POZO AGROLOGICO ESPECIAL UBICADO EN LA PARCELA DE ABUNDIO GRANADOS EJIDO SAN JOSE DE RAICES GALEANA N.L.



CAPITULO IX
DRENAJE AGRICOLA

9.1. DRENAJE SUPERFICIAL:

El drenaje superficial en la zona de ladera, se presenta de moderado a rápido, debido a la pendiente inclinada. Aunque la precipitación pluvial es escasa (331.3 mm), deben establecerse obras de conservación de suelos que impidan el rápido escurremiento del agua que lleva consigo sales disueltas, las cuales provienen del contenido salino del suelo o de los materiales geológicos que han estado en contacto con esas aguas y que son transportadas a los suelos planos aumentando a éstos su problema de salinidad; evitándose a la vez la erosión.

En la zona de planicie, el drenaje superficial es lento, a causa de su topografía plana y la baja precipitación característica de esta zona, que hace que las corrientes del drenaje superficial estén poco desarrolladas, habiendo depresiones sin drenaje por no tener salida a corrientes permanentes.

Bajo tales condiciones, el lavado es de naturaleza local y las sales solubles no pueden ser transportadas muy lejos, aumentando además la concentración salina por la elevada evaporación del suelo y del agua superficial.

Este drenaje restringido puede llevar consigo la presencia de una capa freática poco profunda o una baja permeabilidad del suelo.

9.2. MANTO FREÁTICO:

No se observó la presencia de manto freático a la profundidad de los pozos agrológicos; sin embargo, una vez incorporados estos suelos al riego, existe el peligro que se establezca un manto freático a la profundidad del estrato impermeable.

9.3. DRENAJE SUBTERRANEO:

En los suelos de ladera el drenaje subterráneo es poco eficiente a partir de los 60cm de profundidad hasta llegar al estrato de caliche compactado, en donde el drenaje es eficiente cuando éste se encuentra fragmentado o fracturado.

En la planicie el drenaje interno es poco eficiente o deficiente, por la presencia, al igual que en la zona de ladera, de un estrato impermeable, que origina una baja permeabilidad e impide el movimiento descendente del agua, y puede elevar el manto freático hasta la zona radicular, ayudando también a su formación la topografía plana del terreno.

Otra causa del mal drenaje es la adición constante de sales que ocupan el espacio poroso del suelo y que ayudan a su compactación.

9.4. COMENTARIOS:

Las características de permeabilidad lenta a moderadamente lenta que presentan los suelos a determinada profundidad a consecuencia de las acumulaciones de compuestos de calcio; la topografía plana en la mayoría de los terrenos, su salinidad actual y la del agua de riego, hacen necesario proyectar una red de drenaje, para controlar de manera adecuada el exceso de agua y sales.

CAPITULO X

CAPACIDAD DE USO Y MANEJO DE SUELOS

10.1. PROGRAMA DE CULTIVOS:

Las condiciones ecológicas (clima y suelo, principalmente) que predominan en la zona de Raíces, aunadas a las prácticas agrícolas tradicionales, han permitido que la explotación agrícola se limite a un número reducido de cultivo bajo condiciones de riego, a pesar de que en algunas regiones cercanas, prosperan bien algunas hortalizas como: Lechuga, zanahoria, cebolla, ajo, tomate, chícharo, etc.; cereales como: Trigo, maíz, sorgo, avena y cebada; y plantas forrajeras como: Alfalfa, sorgo, maíz y pastos; lo cual se debe básicamente a la mejor calidad del agua de riego, pues en San José de Raíces, por ser zona de menor altitud, suele estar más contaminada de sales.

Hasta la fecha los suelos que han sido explotados bajo riego son los de topografía plana que comprenden las series raíces y yesosa. Las dos series se encuentran afectadas por salinidad la cual tiende a aumentar, siendo la serie yesosa la más afectada.

Al principio de la explotación agrícola de estos suelos, los rendimientos de las gramíneas (trigo, cebada, avena y maíz) y de algunas hortalizas o leguminosas fue bastante satisfactorio. Con el tiempo los rendimientos disminuyeron hasta que los cultivos perdieron importancia y se redujeron en número, actualmente sólo se conserva la alfalfa, maíz y frijol; siendo la alfalfa y el maíz los más tolerantes a la salinidad y a las condiciones que prevalecen en los suelos, pero aún así sus rendimientos son muy bajos. En este lapso de tiempo (más o menos 25 años) en que han estado en explotación estos suelos, han sufrido transformaciones de orden químico y físico, que aunque no se tienen datos de estudio o de análisis de estos suelos realiza-

dos con anterioridad, es de suponerse que la actual salinidad, la abundancia de cristales de yeso y el taponamiento de los poros han surgido recientemente con el uso de agua salina ($C_4 C_1$) para riego. Bajo tales circunstancias, la juiciosa selección de los cultivos que pueden producir mejores rendimientos en condiciones de salinidad deben incluirse en el programa de cultivos para esta zona, así como también, prácticas especiales de manejo para reducir al mínimo dicha salinidad tales como: El riego, lavados, drenaje y prácticas culturales, y así aumentar la capacidad productiva de estos suelos.

Los cultivos recomendables por su tolerancia a la salinidad son los siguientes:

Cultivos Comunes.- Avena para grano que tolera medianamente la salinidad y la cebada para grano que es muy tolerante y que pueden ser cultivadas en invierno y primavera; el sorgo para grano que además de la salinidad tolera los bicarbonatos, se recomienda usar variedades precoces pues es susceptible a las heladas; y maíz.

Frutales.- Entre éstos, los que toleran una salinidad media, tenemos el olivo, que puede peligrar por heladas tardías; la higuera que requiere de noches frescas y elevada temperatura diurna, que se dan en este lugar, además es sensible al boro y la granada que tolera bien suelos alcalinos, es poco exigente a riegos y sólo requiere de inviernos fríos y veranos largos, secos y calientes. De los frutales poco tolerantes a las sales tenemos el pistachero que tolera suelos calcáreos y yesíferos, es poco exigente y sólo requiere de riegos oportunos en invierno y la vid que puede ser algo sensible a los cloruros y al boro, que dependerá de la variedad cultivada. También se recomienda la palma datilera ya que es muy tolerante a la salinidad.

Hortalizas.- Si se efectúan prácticas de mejoramiento en -

los suelos para llegar a un pH de 6.8 que es el máximo tolerable para estos cultivos, se podrán cultivar casi todas, principalmente las más tolerantes a la salinidad como: El betabel, ji tomate, espárrago, espinaca, col, coliflor, chile verde, lechuga, bretón o col rosada, etc.

Cultivos de Pradera.- Los principales por su tolerancia a la salinidad son: Centeno silvestre del Canadá, grama de trigo Occidental, trigo silvestre, zacate alcalino de coquito, zacate bermuda o grama, zacate rhodes, zacate salado y zacate alcali - no. Entre los medianamente tolerantes tenemos: Bromo de montaña trébol amarillo, blanco y fresa y pata de pájaro; zacate inglés perenne y sudán.

Cultivos Forrajeros.- De los muy tolerantes se recomienda: Cebada (heno), remolacha forrajera y nopal forrajero. Entre los medianamente tolerantes se encuentran: Alfalfa, sorgo forraje - ro, maíz forrajero y el ray grass. Conviene anotar que entre es tos cultivos están debidamente comprobados con rendimientos satisfactorios: La alfalfa, la remolacha forrajera, el ray grass y el maíz.

La tolerancia a sales de un cultivo se puede evaluar de - acuerdo a tres criterios que son los siguientes:

- 1.- La capacidad de cultivo para sobrevivir en suelos sali nos.
- 2.- El rendimiento del cultivo en suelos salinos.
- 3.- El rendimiento relativo del cultivo en un suelo salino, en comparación con el correspondiente a un suelo no sa lino bajo condiciones similares.

El primer método de evaluación tiene una significación - práctica muy limitada en la agricultura bajo riego. Aún cuando

se reconoce que el segundo método es tal vez de mayor importancia agronómica, el tercero es el que se usó para la recomendación de los cultivos para esta zona, ya que proporciona una mejor base de comparación entre los diversos cultivos.

Es necesario anotar que en la selección de estos cultivos, se debe tomar en cuenta su tolerancia a las sales durante la germinación, para evitar fallas en la población de plantas. Este problema se complica porque ciertas especies muy tolerantes a sales durante las últimas etapas de su desarrollo, son extremadamente sensibles a ellas durante la germinación, como ocurre con la remolacha, por lo que para evitar este problema es necesario mejorar o modificar las prácticas de siembra, para reducir la concentración de sales alrededor de la semilla, o pensar en almacigos.

En todos los cultivos recomendados, deberá probarse su adaptabilidad y rendimiento por medio de parcelas experimentales y así hacerlos extensivos.

10.2. TECNICAS DE CULTIVO:

Dentro de los trabajos preliminares que deberán realizarse, antes de poner bajo cultivo los suelos de estudio, se indican los siguientes: Desmonte en las áreas donde sea necesario, subsoleo a la mayor profundidad posible para mejorar las condiciones de permeabilidad y drenaje, eliminar la pedregosidad que pueda limitar los trabajos agrícolas, nivelación de los suelos de ladera y eliminación del relieve ondulado que se presenta en la planicie, y el establecimiento de la red hidráulica y de drenaje, donde se requiera.

Las prácticas agrícolas más recomendables son:

- a). Debido a que el agua para riego es altamente salina, mayor cantidad de ésta debe pasar a través del suelo,

para mantener las sales solubles a un nivel crítico o debajo de él, por lo que es conveniente aplicar el agua mediante láminas delgadas, frecuentes y de manera uniforme, e incluyendo también láminas de sobrieriego.

- b). La construcción de melgas angostas y de corta longitud, así como de surcos de corta longitud, nos facilitaran la aplicación uniforme del agua de riego y obtendremos un mejor lavado de sales y su control.
- c). Uso de semillas mejoradas y variedades adaptadas a la región que sean tolerantes a la salinidad.
- d). Modificación o mejoramiento de las prácticas de siembra para evitar la acumulación de sales alrededor de la semilla, con el fin de obtener mayor germinación en cultivos sensibles a sales en esta etapa de desarrollo o como ya se dijo, pensar en almacigos.
- e). Llevar a cabo Prácticas Vegetativas, con el fin de mejorar la capacidad productiva de los terrenos y ayudar a disminuir la erosión de los suelos de ladera, por medio del desarrollo de plantas o cultivos. Las prácticas vegetativas más recomendables son: Rotación de cultivos, cultivos en fajas y abonos verdes.

e₁). Rotación de cultivos:

Es la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos sobre una área de terreno determinada. Una rotación bien planeada, tiene las siguientes ventajas en relación con un sistema simple de monocultivo:

- 1.- Desarrollo de sistemas radiculares a diferentes profundidades, para evitar la formación de estratos impermeables.
- 2.- Mejorar o mantener la fertilidad del suelo, alternando cultivos agotadores del suelo con aquellos que contribuyan al mejoramiento de la fertilidad.

- 3.- Alternar cosechas susceptibles a ciertas enfermedades con aquellas que son resistentes.
- 4.- Evitar la acumulación de sales en determinado horizonte.
- 5.- Controlar la erosión del suelo.
- 6.- Asegurar un programa de trabajo, al incorporar esta área al riego.
- 7.- Producción variada de cultivos.
- 8.- Conservar la humedad del suelo.

La serie o consecuencia de cultivos que constituirá un ciclo de rotación debe programarse en base a las condiciones ecológicas y económicas de esta región, siendo conveniente incluir al menos una leguminosa dentro de la misma. El ciclo de rotación debe ser mayor ya que la baja fertilidad de los suelos así lo ameritan.

e₂). Cultivos en fajas, clase al Contorno y en Rotación:

Sistema utilizado en la conservación de suelos, que consiste en cultivar terrenos con pendiente uniforme (de 2 a 12%) en fajas alternas y de anchura variable, con plantas de escarda (en surco) y cultivos tupidos, siguiendo las curvas de nivel y formando un ángulo recto con la dirección de la pendiente natural del terreno. Los cultivos alternantes están sujetos a rotaciones de finidas. Este sistema se recomienda para los terrenos de ladera, para evitar la erosión hídrica, y porque presentan una pendiente uniforme.

Esta práctica vegetativa ofrece las siguientes ventajas:

- 1.- Protege a los terrenos de ladera de la erosión hídrica, ya que las fajas donde se desarrollan cultivos tupidos, disminuyen el impacto de las gotas de

lluvia sobre la superficie del suelo, aumentan la oportunidad de infiltración del agua y reducen los volúmenes escurridos, de tal manera que disminuyen la erosión en esa faja y atenúan el efecto que sue le ocurrir en las fajas con cultivo de escada.

- 2.- Evita hasta en un 60% la erosión en terrenos de pendiente moderada, y si se combina con algún tipo de terrazas, puede reducirla hasta en un 90%.
- 3.- Las fajas de cultivos tupidos que incluyan especies de plantas que aporten materia orgánica, mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo al incorporarse a éste.
- 4.- Al aplicarse correctamente las rotaciones por fa-jas, por ejemplo cultivos de escarda-leguminosas, se puede reducir en parte la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

e₃). Abonos verdes:

Se entiende por abono verde, la práctica de sembrar una determinada planta en un terreno, con la finalidad específica de incorporarla o enterrarla en el suelo durante la época en que comienza a florecer, ya que en este ciclo de desarrollo, la planta cuenta con una mayor cantidad de nutrimentos y una consistencia acuosa que favorece su descomposición.

La aplicación de abonos verdes en estos terrenos se recomienda principalmente por los siguientes puntos:

- 1.- Aumentar el contenido de materia orgánica, ya que estos suelos la contienen por lo general en porcentajes menores del 1% hasta un 3%, o sea de muy pobre a medio.
- 2.- Mantener y mejorar la fertilidad de los suelos.
- 3.- Por ser la manera más apropiada de incorporar al -

suelo la suficiente materia orgánica, ya que no existen otras fuentes que la proporcionen en las cantidades requeridas.

4.- Por su poder residual, ya que su efecto benéfico puede prolongarse por dos años o más.

Además de estas características, se controla y reduce la erosión y los escurrimientos superficiales, por ser cultivos de cobertura total los que se utilizan.

f). Fertilización completa utilizando fertilizantes con resíduo ácido y en dosis altas, principalmente de fósforo.

g). Aplicación de mejoradores químicos, formadores de ácido para disminuir el pH alcalino.

Por último cabe hacer mención, que el éxito de la agricultura en esta zona, depende del control de la salinidad, lo cual dependerá directamente del manejo del agua, o sea, de la irrigación, lavado y drenaje, debiéndose considerar en forma conjunta para obtener máxima eficiencia.

10.3. RIEGO:

Para el riego de la zona de estudio deben tenerse presente las diferencias morfológicas de planicie y de ladera así como las zonas yesíferas, que se encuentran principalmente en la serie yesosa.

En las zonas yesíferas los suelos algo más apropiados para la irrigación son los que tienen el yeso en forma talcosa y gra nular a través de todo el perfil como ocurre en la serie yesosa pero ésta presenta una consistencia dura y pocos poros, haciéndose necesario mejorar estas condiciones para que el riego sea más efectivo.

Debe considerarse la calidad del agua y el efecto probable

del manto freático, ya que esta agua originaría una compactación del suelo, pues el yeso una vez cristalizado rellena parte de los espacios libres y recorre y compacta a las partículas del suelo.

Como estos suelos (serie yesosa) no han estado bajo irrigación o bajo la influencia de un manto freático presentan un horizonte superficial muy blando a ligeramente duro y poroso, con cierta cantidad de yeso en gránulos muy finos. Con la irrigación (es decir bajo los efectos del agua sulfatada), estos suelos se vuelven más duros y compactos, aumentando la salinidad de los horizontes superficiales. El yeso es un mineral muy suave que por la irrigación es capaz de disolverse y recristalizarse en el lugar al evaporarse las aguas que lo contienen o lavarse y acumularse en otros horizontes, lo que determina una gran dinámica de las cualidades del suelo.

Para el riego de los suelos yesíferos es necesaria una nivelación de tierras, riegos frecuentes y aplicación de agua uniforme; cultivos de plantas gipsófilas y que cubran bien el suelo (cultivos de pradera con leguminosas, como la alfalfa, que tolera bien suelos alcalinos o calcáreos); fertilización completa (algunos fertilizantes aplicados foliarmente); uso de abonos orgánicos y de prácticas frecuentes de subsoleo para evitar que los horizontes inferiores sean compactados por la acumulación de yeso, mejorando así las condiciones físicas e hidrológicas; drenaje especial, lavados y sobrierigos; y como sistema de riego más recomendable al de aspersion. Todas estas prácticas podrían resultar antieconómicos sino se lleva una programación bien definida.

Los suelos más yesíferos, se encuentran en la serie yesosa, debiéndose dejar para cultivos especiales (alfalfa hasta donde sea posible), como pastos y algunas cactáceas.

10.3.1. USOS CONSUNTIVOS:

Se entiende por uso consuntivo, el agua que utilizan las plantas para su desarrollo y óptima cosecha, la cual varía con la temperatura, horas luz, vientos y otros factores del clima de cada región. Se expresa en centímetros, por representar el espesor de lámina que alcanzaría el agua en el suelo regado, si no se perdiera por filtración y evaporación, y es la lámina de riego total del cultivo, que dividida entre el número de riegos que se da a cada cultivo en las diferentes regiones, nos dará la lámina de riego.

Los usos consuntivos se calcularon para los principales cultivos recomendados, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$U.C. = P \frac{T + 17.8}{21.8} K = \text{cm/mes}$$

En donde:

U.C. = Uso consuntivo del cultivo, en cm/mes.

P = Porcentaje mensual de horas-luz, de acuerdo a la longitud y latitud del lugar.

T = Temperatura media mensual del lugar, en °C.

k = Coeficiente que depende del cultivo y de la zona.

17.8 y 21.8 = Constantes.

Por ejemplo, el uso consuntivo del maíz de acuerdo a la fórmula anterior se calculó de la siguiente manera:

Mes de Mayo:

$$U.C. = 9.38 \frac{20.3 + 17.8}{21.8} 0.85 = 13.87 \text{ cm/mes}$$

Mes de Junio:

$$U.C. = 9.30 \frac{20.6 + 17.8}{21.8} 0.85 = 13.90 \text{ cm/mes}$$

Mes de Julio:

$$U.C. = 9.49 \frac{20.2 + 17.8}{21.8} 0.85 = 14.04 \text{ cm/mes}$$

Mes de Agosto:

$$U.C. = 9.10 \frac{19.9 + 17.8}{21.8} 0.85 = 13.10 \text{ cm/mes}$$

Mes de Septiembre:

$$U.C. = 8.30 \frac{18.7 + 17.8}{21.8} 0.85 = 11.76 \text{ cm/mes}$$

La suma de estos usos consuntivos mensuales nos da el uso consuntivo total que es de 66.7 cm, que es la lámina de agua - que necesita la planta para su completo desarrollo.

USOS CONSUNTIVOS CALCULADOS:

CULTIVOS	K	U.C.
Vid	0.85	65.66 cm
Avena	0.85	49.70 cm
Cebada	0.85	49.70 cm
Trigo	0.85	49.70 cm
Maíz	0.85	66.67 cm
Pastos	0.75	67.74 cm
Alfalfa	0.85	99.60 cm

10.3.2. LAMINAS DE RIEGO:

Las láminas de riego se obtuvieron por medio de las siguientes fórmulas:

Para primer riego:

$$L = \frac{(H_{cc} - H_a) D_a P_r}{100} = \text{cm}$$

En donde:

- L = Lámina de riego calculada, en cm.
- Hcc = Humedad a la capacidad de campo, en %.
- Ha = Humedad actual, en %,
- Da = Densidad aparente, en g/cm³,
- Pr = Profundidad radicular del cultivo, en cm.

Por ejemplo:

$$L = \frac{(22.90 - 8.8) 1.26 \times 30}{100} = 0.53 \text{ cm}$$

Para segundo riego:

$$L = \frac{.8 (Hcc - Hpm) Da \times Pr}{100} = \text{cm}$$

En donde:

- L = Lámina de riego calculada, en cm.
- .8 = Nos indica el 80% mínimo recomendable a que debe bajar la humedad aprovechable, para iniciar el otro riego,
- Hcc = Humedad a la capacidad de campo, en %,
- Hpm = Humedad al punto de marchitamiento, en %,
- Da = Densidad aparente, en g/cm³,
- Pr = Profundidad radicular del cultivo, en cm.

Por ejemplo:

$$L = \frac{.8 (22.90 - 14.20) 1.26 \times 30}{100} = 2.62 \text{ cm}$$

La lámina de agua obtenida para el segundo riego, es la - que se aplicará a todos los riegos, con excepción del primero - en el que se usará la lámina calculada por su respectiva fórmula.

A estas láminas de agua debemos agregar las demandas de sobreriego obtenidas en el capítulo de Irrigación. Las pérdidas - serán de acuerdo con el método de riego que se empleó así como en la eficiencia de las estructuras de conducción del agua.

NOTA: Los datos de Hcc, Hpm y Da, se tomaron del primer horizonte del pozo No. 3, representativo de la serie raíces.

10.3.3. METODOS DE RIEGO:

Se entiende por irrigación, la aplicación de agua al suelo con el fin de proporcionar a las plantas un medio ambiente favotable.

La selección de los métodos de riego para los suelos en estudio debemos relacionarlos con la salinidad de los mismos, ya que las sales solubles actúan como factor limitante de la capacidad de agua aprovechable para las plantas por el aumento en - la presión osmótica, pero además se debe tomar en cuenta un factor adicional, ésto es, la tensión de humedad del suelo o sea - la atracción molecular que la superficie de las partículas del suelo ejerce sobre el agua, la cual es adicional a la presión - osmótica de la solución del suelo en su efecto limitante de la disponibilidad de agua para las plantas.

La suma de la tensión de humedad del suelo y de la presión osmótica de la solución del suelo se conoce como "esfuerzo to - tal de la humedad del suelo" bajo cuya función se encuentra el desarrollo de las plantas, independientemente de que dicho es - fuerzo provenga principalmente de la tensión por humedad o de - la tensión por salinidad.

En estos suelos el esfuerzo proviene principalmente de la tensión por salinidad, que originada por el aumento en la pre - sión osmótica de la solución del suelo, disminuye la capacidad de agua aprovechable para las plantas, por lo que son neces -

rios los lavados para mantener al nivel más bajo posible esta - presión y riegos frecuentes para aumentar la capacidad de agua aprovechable; la tensión de humedad puede mantenerse dentro del límite, proporcionando al suelo una cantidad de agua tal, que - la humedad sea realmente provechosa en cualquier tiempo para el cultivo en desarrollo.

El método de riego más recomendable es el de aspersión - aplicado tanto en surcos como en melgas, aunque no se descarten los métodos por gravedad, siendo el de inundación o melgas más recomendable que el de surcos, para un mejor control de la salinidad.

Los factores que hacen que el riego por aspersión sea el - que más se adapte, son los siguientes:

- 1.- Permite un buen control de la lámina de agua, la cual aplicada en láminas delgadas y frecuentes mantiene un flujo de agua descendente en forma más prolongada, que impide la concentración de sales en los horizontes más superficiales.
- 2.- Se obtiene una aplicación uniforme del agua de riego, que evita escurrimientos y saturaciones como ocurre en el riego por gravedad, ya que el suelo se humedece homogéneo, y además evita la concentración de sales en - el camellón de los surcos.

Con el mantenimiento de éstas condiciones se obtienen las siguientes ventajas adicionales:

- a). Este método remueve mejor las partículas superficiales del suelo, facilitando su lavado y evitando la formación de costras que bloquean la aereación del suelo.
- b). Mantiene al suelo en condiciones óptimas de capacidad de campo.

- c). Conservación del suelo, ya que el escurrimiento es mínimo, evitando el arrastre de suelo por agua.
- d). Por el control que se tiene sobre la lámina de agua, - se obtiene un buen lavado de sales, en los horizontes superficiales.
- e). Se evita el transporte de las sales, de un lugar a otro en el terreno.
- f). Se aprovecha mayor superficie de cultivo.
- g). Ahorro de agua.
- h). Asegura una buen germinación de semillas muy pequeñas.

El método de riego por gravedad es también recomendable - por ser más sencillo y barato y porque lo permite la topografía prefiriéndose el de inundación o melgas por obtener un mejor - control de la salinidad que por surcos.

En el riego por surcos se moja parte de la superficie, los cuales se pueden proyectar tanto en los suelos de planicie como en los de ladera y se indica para cultivos de escarda como: Sorgo, maíz, remolacha, etc., el inconveniente de este método, es que las sales tienden a acumularse en los camellones ya que el lavado ocurre únicamente en el surco, por lo que se recomiendan surcos de fondo ancho que permitan camellones de bordo angosto.

El riego por inundación es el más apto para controlar la - salinidad ya que moja toda la superficie del terreno y se puede llevar a cabo por medio de melgas en los terrenos de planicie y terrazas para los terrenos de ladera; cultivos indicados son - los de cobertura total como: Trigo, cebada, alfalfa, pastos, - etc.

Conviene recalcar que para el uso de cualquier método de - riego es indispensable realizar trabajos previos de nivelación, y además, para un buen lavado y control de la salinidad tanto -

en los métodos de surcos como melgas, debe tomarse en cuenta la distancia a recorrer por el agua, el volumen de la corriente, - la pendiente y el tiempo de aplicación, de los cuales depende - la uniformidad y profundidad en la aplicación del agua.

10.4. FERTILIZACION:

Los suelos en general poseen un pH que varía de 7.5 a 8.5 o sea de ligera a moderada alcalinidad, por sus altos contenidos de calcio, que vuelven insolubles a elementos como el fósforo, fierro, zinc, manganeso, cobre, etc., El fósforo se vuelve insoluble a pH mayor de 7.9, porque al combinarse con el Ca^{++} - forma el fosfato tricálcico ($\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$), compuesto insoluble y de reacción neutra; el fósforo se vuelve soluble a un pH que va ría de 6 a 7.8, ya que el fósforo al combinarse con el calcio - forma el fosfato dicálcico ($\text{Ca}_3 (\text{HPO}_4)_2 = \text{CaHPO}_4$) que es fácilmente soluble. El calcio se encuentra en forma de CaCO_3 y CaSO_4 principalmente.

Este pH alcalino debe tomarse en cuenta en las prácticas - de fertilización, para la cantidad y tipo de fertilizante por - aplicar. Los fertilizantes recomendados son ácidos o de residuo ácido, como el sulfato y el nitrato de amonio. Debiéndose aplicar en dosis altas y en formulación completa los primeros años, incorporando directamente al suelo los elementos mayores por - ser más económico y los elementos menores en forma foliar ya - que por el pH alcalino se bloquearía su asimilación al aplicarlos al suelo.

La materia orgánica de estos suelos presenta en la serie - raíces un contenido pobre en el horizonte superficial, medio en la serie yesosa y medio a rico en la serie piamonte, disminuyendo fuertemente su contenido en los horizontes inferiores de las tres series a menos del 1% o sea muy pobre. Estos bajos conteni dos hace que los compuestos orgánicos y minerales sean de poca utilidad para las plantas, haciendo conveniente conservar e in-

crementar sus contenidos por las siguientes razones:

- 1.- El humus porción bien descompuesta y estabilizada de la materia orgánica posee una alta capacidad de intercambio catiónico que varía de 150 a 300 meq., mucho mayor que en las arcillas, haciendo al suelo más fértil.
- 2.- La descomposición de la MO produce ácidos como el H_2CO_3 , HNO_3 , HNO_2 , etc., y numerosos ácidos orgánicos, estos ácidos aumentan la solubilidad de muchos compuestos del suelo aumentando así la aprovechabilidad de nutrientes, que se encuentran insolubles como el fósforo el cual se vuelve soluble.
- 3.- La fijación del nitrógeno atmosférico es efectuada por ciertas bacterias que viven en la MO del suelo como Azotobacter y Rhizobium, aumentando de este modo el abastecimiento de N al suelo.
- 4.- El proceso de nitrificación o sea la conversión de NH_3 a NO_3 , es producida por dos tipos específicos de bacterias: Los Nitrosomas y Nitrobacter; este proceso no aumenta el abastecimiento total de nitrógeno, sino que el existente lo vuelve asimilable, o sea a NO_3 . La reacción del suelo óptimo para los nitrificadores son los pHs de 7.0 a 8.0, por lo que se puede llevar a cabo en la mayor parte de estos suelos.
- 5.- Los ácidos producidos por la MO producen hidrógeno que compete en el complejo de intercambio con las bases, que al desplazarlas hacen que el suelo disminuya su pH haciendo así más asimilables los nutrientes.
- 6.- La descomposición de la MO produce diferentes nutrientes necesarios para las plantas.

Por todo lo anterior nos damos cuenta de la importancia que tiene la MO sobre la fertilidad del suelo, siendo los micro

organismos del mismo los que contribuyen en gran porcentaje en el aumento de la capacidad productiva del suelo, ya que la actividad principal de estos organismos es la mineralización de la MO, o sea su descomposición, que se define como los cambios físico-químicos a que están sujetos los materiales orgánicos (almidones, celulosa, azúcares, etc.) cuando cambian a compuestos simples por los microorganismos.

Las actividades de estos organismos son influenciadas por las condiciones en que se encuentra el suelo, siendo en los suelos de estudio la aereación o baja permeabilidad y la salinidad las que más afectan sus actividades, haciéndose por demás necesaria su corrección.

A pesar de ser de gran utilidad los fertilizantes orgáni -cos, éstos se pueden substituir por altas dosis de fertilizantes minerales.

Las fórmulas adecuadas de fertilización, deberán experimentarse por las dosis altas de que se requiere.

10.5. MEJORAMIENTO DE SUELOS SALINOS Y/O SODICOS:

Debido a que en la zona de estudio se encuentran cantida -des suficientes de calcio intercambiable para substituir al so -dio intercambiable, y así evitar los efectos de la sodicidad, -no se hace necesario el uso de mejoradores para ese fin, además sus contenidos en PSI no son peligrosos.

El peligro de mayor salinidad se encuentra principalmente en las serie piamonte y yesosa, disminuyendo en la serie ra₁ -ces. Esta salinidad se puede corregir siempre que sean mejora -das las condiciones de permeabilidad y de drenaje interno que -elimine las sales del suelo y las láminas de sobreriego a que -obliga la mala calidad del agua ($C_4 S_1$), tomándose también en -cuenta para un control efectivo los métodos de riego y lavado.

10.6. DRENAJE AGRICOLA:

Podemos definir como drenaje agrícola, a la eliminación - del exceso de agua que se descarga por escurrimiento superfi - cial sobre el suelo, al cual se denomina drenaje superficial; y al escurrimiento interno o a través del suelo, se llama drenaje interno.

La eliminación del exceso de agua y sales es lo primero - que debe considerarse al incorporar al riego los suelos objeto de estudio, por lo que el programa de drenaje deberá iniciarse simultáneo al desarrollo del sistema de riego, con objeto de al canzar la mayor eficiencia posible en el control del agua y de la salinidad.

El drenaje interno se hace aún más necesario por el alto - contenido de sales en el agua de riego, que obliga al uso de lá minas de sobreriego ya que a mayor contenido de sales en el - agua mayor contenido de ésta debe pasar a través del suelo para mantener las sales solubles a un nivel crítico o debajo de él, por lo que el sistema de drenaje interno que se implante debe - ser lo bastante adecuado para eliminar estos excesos de agua y sales a niveles más profundos en el perfil de manera que no - afecten la zona radicular.

Dado que el drenaje interno es el más afectado por el uso de esta agua salina, deben determinarse las necesidades de dre - naje mediante parcelas experimentales, principalmente en la pla nicie.

El drenaje superficial en la planicie es lento, pudiéndose mejorar eliminando el relieve ondulado que se presenta en algu - nas zonas de esta geoforma y con prácticas de nivelación. La - geoforma de ladera presenta un drenaje superficial de moderado a rápido, que resulta muy perjudicial por el peligro de erosión que presenta, disminuyendo este peligro por medio de drenes in-

terceptores que colectan y derivan el agua, evitando escurri - mientos prolongados.

Ya que el drenaje interno es deficiente por los estratos - impermeables que presentan los suelos, y, por el uso de agua sa - lina que obliga al uso de láminas de sobreriego además de la sa - linidad del suelo, hacen necesario considerar el drenaje inter - no entre los estudios básicos para la operación de esta obra.

10.7. CONSERVACION DE SUELOS:

Los suelos presentan características moderadas en cuanto a permeabilidad ya que son regularmente porosos por lo menos has - ta 60 cm de profundidad. Por lo tanto, lo más importante, es - mantener y mejorar esta porosidad en condiciones de riego lo - cual es difícil ya que obliga a una lucha constante contra los efectos nocivos del agua de riego clasificada como C_4S_1 . Aún - así pueden establecerse las siguientes prácticas:

- 1.- Efectuar siembras con cultivos tolerantes a la salini - dad y al yeso y carbonatos de calcio.
- 2.- Programar labores de barbecho y de subsoleo periódi - cas, mediante las cuales se establezca una mejor aerea - ción y se propicie el movimiento descendente del agua y sales.
- 3.- Evitar los encharcamientos y la mala distribución del agua, por lo que debe preferirse el riego por asper -- sión.
- 4.- Escardar después del riego o la lluvia para evitar la formación de costras impermeables que bloquen la aerea - ción del suelo.
- 5.- Evitar la acumulación de las sales contenidas en el - agua de riego, aplicando láminas de sobreriego.
- 6.- Efectuar los lavados necesarios para controlar la sali - nidad a un determinado nivel, ya que las sales se acu -

mularán en proporción directa a la cantidad que de ellas contiene el agua de riego y a la lámina de agua aplicada.

- 7.- Agregar suficiente cantidad de materia orgánica y así aumentar la cantidad de agua aprovechable y la fertilidad.
- 8.- Controlar la erosión de los suelos de ladera mediante:
 - a). Cultivos en fajas al contorno intercaladas, o sea sembrar una faja de cultivos en surco y otra de cultivos tupidos.
 - b). Construir pequeños drenes interceptores, paralelos a las curvas de nivel con el fin de evitar un recorrido largo de los escurrimientos superficiales provocados por el agua de lluvia.

10.8. GANADERIA:

El sistema de explotación más recomendable es el de corrales de engorda y engorda en pastoreo éste último con rotaciones en praderas artificiales, con lo que se logrará una mejor utilización de los forrajes tanto de corte como de pastoreo.

Además se recomienda el mejoramiento genético de las razas criollas del lugar, con especies que se adapten a esta zona, asistencia técnica continua, construcciones adecuadas y créditos para elevar el nivel de explotación ganadera.

10.9. SILVICULTURA:

En el Ejido de San José de Raíces no existen aprovechamientos silvícolas que puedan utilizarse para su explotación.

Sin embargo podemos hacer más agradable este paisaje árido mediante la reforestación o forestación con plantas nativas como la palma, hojaseñ, mezquite, etc., y algunas introducidas como eucalipto, casuarina, pino salado. etc. Sin olvidarnos de Agaves y Opuntias.

CAPITULO XI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. CUADRO DE SUPERFICIES DE SERIES DE SUELOS:

SERIES	HA	% DEL TOTAL
1.- Raíces	1170.60	62.32
2.- Yesosa	400.80	21.34
3.- Piamonte	<u>306.90</u>	<u>16.34</u>
TOTAL:	1878.30	100.00

11.2. CUADRO DE SUPERFICIES DE CLASIFICACION AGRICOLA DE SUELOS CON FINES DE RIEGO:

CLASES	HA	% DEL TOTAL
2a. Clase	338.80	18.04
3a. Clase	1495.90	79.64
4a. Clase	<u>43.60</u>	<u>2.32</u>
TOTAL:	1878.30	100.00

11.3. SOBRE LA CONVENIENCIA DE LLEVAR A CABO LA OBRA DE RIEGO:

Siendo que los suelos de 2a y 3a clase ocupan casi la totalidad del área (97.68%) estudiada y considerando que los factores de demérito son: Salinidad, que puede ser corregida con lavados a base de láminas de sobrieriego; baja permeabilidad, por la presencia de un estrato impermeable, que puede ser corregida con subsuelos profundos, mejorando así el drenaje interno; y tomando en cuenta que el costo total de mejoramiento integral no es excesivamente alto si se programa en etapas, se puede considerar factible y conveniente realizar la obra de riego.

11.4. EXPLOTACION AGRICOLA:

La explotación agrícola de estos suelos, como ya se dijo, es muy deficiente, por la falta de una técnica apropiada en su

manejo de parte de los Ejidatarios, advirtiéndose como consecuencia una clara degradación, originándose problemas como salinidad, drenaje, pobreza de nutrientes principalmente, agregando además el mal uso del agua de riego que es altamente salina.

Esta explotación agrícola podría mejorarse poniendo en práctica lo que pudiera considerarse como agricultura de suelos salinos, en donde los riegos, lavados y prácticas culturales de estos suelos, deben dirigirse hacia el control de la salinidad, debiéndose además seleccionar cultivos tolerantes a sales, pudiéndose aumentar así el rendimiento de los cultivos que actualmente es muy bajo.

En la explotación de estos suelos no se debe pensar en la comparación de producción con respecto a otras zonas cuyo medio ecológico sea el adecuado para los cultivos que se implanten, sino que debe tenerse en cuenta que si los cultivos son capaces de absorber sus propios gastos de producción y todavía dejan un margen de utilidad, debe considerarse a esta producción como satisfactoria.

11.5. EXPLOTACION GANADERA:

La ganadería del lugar se encuentra desorganizada y en franco subdesarrollo, ya que no han existido ni existen planes para su mejoramiento. Esta puede desarrollarse ya que gran parte de los cultivos recomendados son para ser utilizados como forrajes, con el fin de dar mejores bases a la ganadería regional, actualmente compuesta principalmente por ganado menor, y porque el suelo los requiere; también debe tomarse en cuenta para su desarrollo un adecuado financiamiento y asistencia técnica.

Se recomienda un sistema mixto de explotación, estabulado y con rotación de potreros, y dentro de los planes para incrementar la producción se deben tomar en cuenta los aspectos sanitarios, como vacunaciones, combate de endo y ectoparásitos, or-

deños higiénicos, y combate y erradicación de enfermedades, -
etc.; dentro del aspecto alimenticio, forrajes, silos, alimen -
tos balanceados, etc.; construcciones adecuadas como: corrales,
sombras, baños garrapaticidas, pesebres, etc., manejo o sea el
empleo de registros, hojas clínicas, marca al fuego, descuerne,
transporte, etc.; mejoramiento genético con especies adaptadas
a esta región como Cebú, Herford, Angus, etc.

11.6. CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS QUE PRESEN TAN LOS SUELOS Y SU CORRECCION:

Los suelos objeto de estudio por ser Calizos o Calciyesife
ros presentan propiedades que pueden ser del orden físico, químico o biológico, en forma interrelacionada o aislada, las cuales son las siguientes:

- a). Un pH alcalino o muy alcalino.
- b). Colores claros (grises, blanquecinos, amarillentos) -
que remarcan el aspecto de aridez del suelo.
- c). Formación de costras superficiales que originan una de
ficiente aireación, principalmente después que se ha -
humedecido el suelo.
- d). Falta de estructura y débil diferenciación de horizon
tes, ya que los componentes del suelo son poco cohesi
vos, principalmente en los horizontes superficiales, -
por lo que propician la erosión eólica e hídrica.
- e). Reducción o ausencia de la transformación y descomposi
ción de materiales orgánicos por el escaso intercambio
entre la atmósfera y el suelo.
- f). Consistencia que puede ser extremadamente dura o dema
siado suelta cuando secos.
- g). Presencia de estratos impermeables que limitan la pro
fundidad del suelo y consecuentemente la penetración -
de raíces y del agua.

- h). Reducción de la cantidad de agua aprovechable, aumentando el P.M.P.; lo cual obliga al riego frecuente.
- i). Presentación en general, de bastante dureza y/o cementación del perfil del suelo.
- j). Texturas medias con altos contenidos de limo y poca arcilla.
- k). Baja fertilidad debido al exceso de Ca^{++} que disminuye la aprovechabilidad de elementos nutritivos principalmente de fósforo y elementos menores.
- l). Altos o moderados contenidos de sales en los suelos y en las aguas superficiales o subterráneas, principalmente de carbonatos, cloruros y sulfatos de calcio.
- m). Presencia de acúmulos de materiales calizos en forma de nódulos o concreciones, así como cristalización de estos minerales.

La mayoría de estos problemas pueden ser corregidos o atenuados con una combinación adecuada en el manejo de suelos, agua y planta, por ejemplo:

- 1.- El pH alcalino puede abatirse o contrarrestarse con el uso de materia orgánica y fertilizantes y mejoradores químicos de residuo ácido.
- 2.- El efecto negativo de las costras superficiales puede controlarse con el empleo intensivo de labores culturales.
- 3.- La intensificación y descomposición de los materiales orgánicos, puede acelerarse incorporando al suelo abonos verdes inoculados con microorganismos fijadores de nitrógeno (alfalfa, tréboles, etc.), incorporándose al suelo en condición suculenta y con un adecuado grado de humedad del suelo para acelerar el proceso de des -

composición. Esta adición de MO favorecerá la consistencia extremadamente dura o suelta, la capacidad de retención de humedad en el suelo, la fertilidad, etc.

- 4.- El efecto negativo de los estratos impermeables puede atenuarse mediante el uso de arados de subsuelo, rotación de cultivos, etc.
- 5.- La dureza puede corregirse con la ejecución de barbechos profundos.
- 6.- La baja fertilidad puede corregirse abatiendo el pH, incorporando materia orgánica y utilizando fertilizantes de preferencia foliares.

11.7. FERTILIZACION:

Los suelos son pobres en elementos nutritivos y los altos contenidos de Ca^{++} disminuyen su aprovechamiento, por ello es necesario una fertilización completa con dosis altas aplicadas al suelo o una fertilización foliar incluyendo elementos menores ya que éstos también son bloqueados por el Ca^{++} . Además para aumentar su fertilidad debemos aplicar materia orgánica y mejoradores químicos.

11.8. RIEGO:

Los suelos por el contenido de yeso en forma granular, actualmente no presentan problemas para el riego, pero se debe considerar la calidad del agua de riego, ya que ésta puede aumentar la compactación del suelo al rellenar los poros y espacios libres por la alta cantidad de sales que contiene, por lo cual es necesario prácticas de laboreo frecuentes y observaciones periódicas del suelo así como el cálculo de láminas de sobrieriego.

La aplicación del agua de riego debe ser por medio de láminas delgadas, frecuentes y uniformes, de modo que mantengan un flujo prolongado descendente para el mejor arrastre de las sa -

les a horizonte inferiores, ésto se logra mejor con el riego - por aspersión, que es el que mejor conviene a pesar de su cos - to, pudiendo también ser usado para la aplicación foliar de insecticidas y fertilizantes.

11.9. ASISTENCIA TECNICA:

Para evitar la constante degradación de los suelos, es necesario la asistencia técnica para mantener informados a los - Ejidatarios sobre las prácticas de cultivo más apropiadas, por medio de un continuo asesoramiento para detectar y corregir a - tiempo los problemas que se presenten. Esta asistencia técnica deberá trabajar en forma coordinada con los resultados experi - mentales obtenidos en la misma zona de estudio, por lo que se - hace necesario implantar parcelas experimentales, para estudiar la adaptabilidad de diferentes cultivos a esta zona.

11.10. NECESIDAD DE EFECTUAR ESTUDIOS AGROLOGICOS ESPECIALES:

En el presente estudio se dan las bases para la solución de los principales problemas detectados en la zona de estudio; por ello, la necesidad de efectuar Estudios Agrológicos especia les dependerá del manejo del suelo y agua.

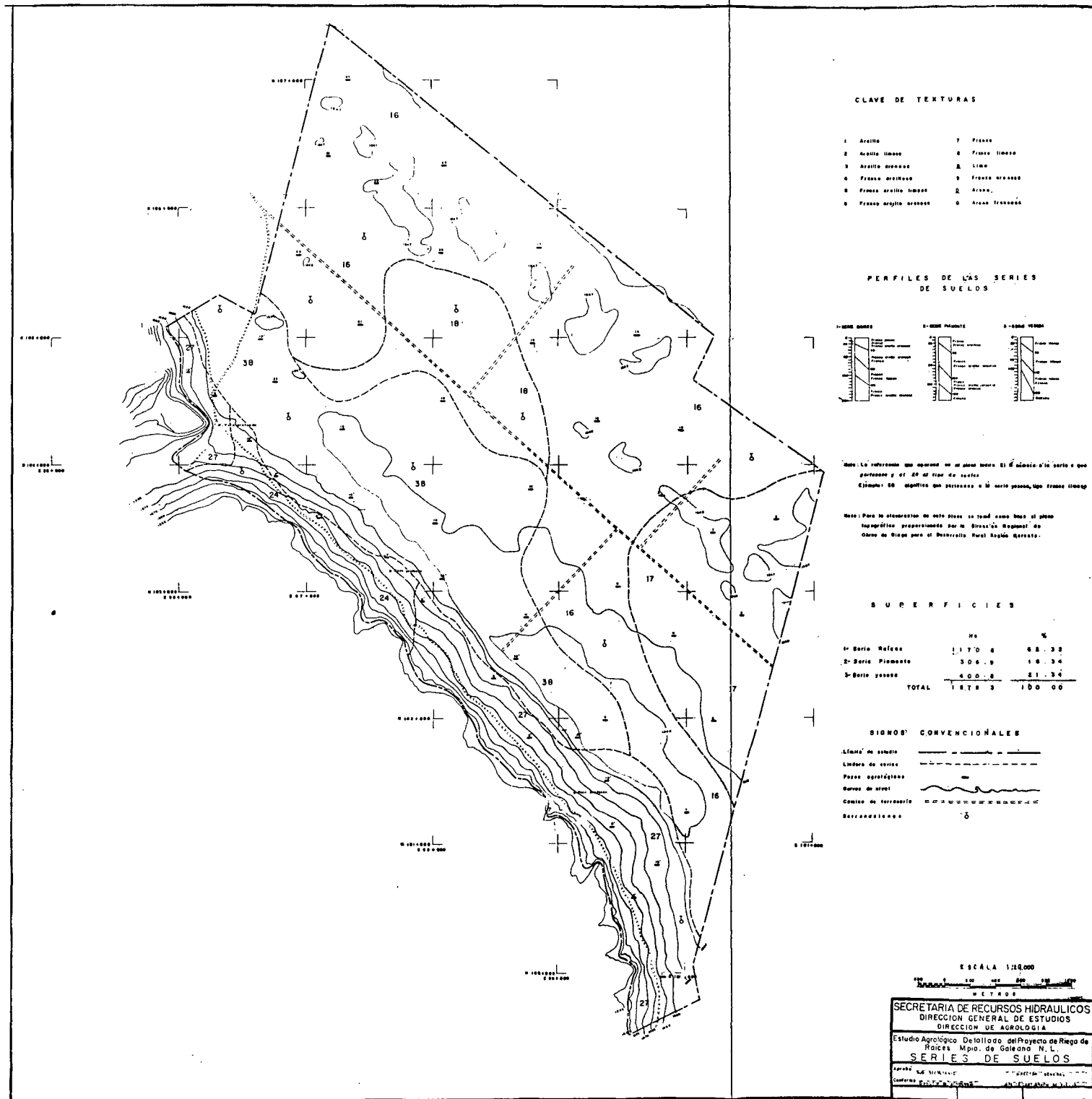
El mayor peligro sería la salinización y pérdida del drena je, mismos en los que se deberá poner mayor atención para evi - tar daños mayores.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- ALLISON, L.E., et al, 1974. Diagnostico y Rehabilitación - de Suelos Salinos y Sódicos. 6a Ed. Editorial Limusa. México. P. 3-4, 19, 36-39, 43-45, 65-66, 71-72, 87.
- 2.- ALJIBURY, F.K., et al, 1976. Proyecto de Rehabilitación, - Raíces, N.L., Cultivos Propuestos para la Zona por su Tolerancia a la Salinidad. Dirección de Agrología, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Boletín no publicado.
- 3.- ANONIMO, 1973. Algunos Estudios Edáficos del Centro Regional de Desarrollo Frutícola "Adolfo López Mateos", en San Luis de la Paz, Guanajuato. Comisión Nacional de Fruticultura, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación No. 1. P. 65-73.
- 4.- ANONIMO, 1976. Como Regar. Dirección General de Unidades - de Riego para el Desarrollo Rural, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Servicio de Orientación Técnica al Usuario. Hoja de Divulgación No. 6 Publicación No. 1
- 5.- ANONIMO, 1976. Utilización de los Principales Fertilizantes Químicos. Dirección General de Unidades de Riego para el Desarrollo Rural, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Servicio de Orientación Técnica al Usuario. - Hoja de divulgación No. 1 Publicación No. 1
- 6.- ANONIMO, 1976. Especificaciones Generales para Estudios - Agrológicos. Dirección Regional, Región Noreste, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Curso de Capacitación Técnica para el Personal de las Jefaturas de Obras de la Región Noreste. Publicación No. 1.

- 7.- ANONIMO, 1975. Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- 8.- ANONIMO, 1973. Manual de Conservación de Suelos. 2a. Ed. - Editorial Limusa-Wiley. México. P. 164 166 182 175.
- 9.- FOSTER, B.A., 1967. Métodos aprobados en Conservación de Suelos. 1a. Ed. Editorial Trillas. México. P. 164 166 175 - 182.
- 10.- GONZALEZ, R., F.J., 1976. Descripción de Perfiles de Suelos. Dirección Regional, Región Noreste, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Curso de Capacitación Técnica para Personal de las Jefaturas de Obras de la Región Noreste. Publicación No. 1.
- 11.- OBREGON OVALLE, R., 1976. Formaciones Geológicas y Geomorfología. Dirección Regional, Región Noreste, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Curso de Capacitación Técnica para Personal de la Jefatura de Obras de la Región Noreste, Publicación No. 1.
- 12.- RODRIGUEZ GOMEZ, R., et al, 1975. Clasificación de Capacidad de uso de la Tierra. Dirección de Agrología, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación No. 1. P. 9-16.
- 13.- RUBEN CHAVEZ, G., 1975. El Agua en el Subsuelo. Dirección de Geohidrología y de Zonas Áridas, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Boletín de Divulgación Técnica No. 1. Publicación No. 1 P. 1-6.
- 14.- TEUSCHER, H., y R. ADLER, 1975. El Suelo y su Fertilidad. 2a. Ed. Editorial C.E.C.S.A. México P. 116-117 133-134 250 -255.

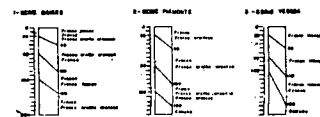
- 15.- TISDALE L., S., y W.L. NELSON, 1970. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. 2a. Ed. Editorial Montaner y Simon. - Barcelona, España. P. 152-154.
- 16.- THOMPSON M., L., 1965. El Suelo y su Fertilidad. 3a. Ed. - Editorial Reverté. México. P.-223 229-230.
- 17.- VILLANUEVA O., B., 1973. Edafología. la Ed. Editorial Patena, A.C., Chapingo, México. P. 97 117-121 145-151 173 234.
- 18.- VILLARRUEL G., E., 1975. Riego y Drenaje. Apuntes de clase Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
- 19.- VIII Reunión de Residentes de Agrología, 1974. Metodología para el Informe de un Estudio Agrológico Detallado. Dirección de Agrología. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Publicación No. 3



CLAVE DE TEXTURAS

1 Arena	7 Franco
2 Arena limosa	8 Franco limosa
3 Arena arcillosa	9 Limo
4 Franco arcillosa	10 Franco arcillosa
5 Franco arcilla limosa	11 Arcilla
6 Franco arcilla arcillosa	12 Arcilla arcillosa

PERFILES DE LAS SERIES DE SUELOS



Nota: La referencia que aparece en el plano sobre el número de la serie a que pertenece y el 20 al tipo de suelo.
Ejemplo: 50 significa que pertenece a la serie paseo, tipo franco limoso.

Nota: Para la obtención de este plano se tuvo como base el plano topográfico proporcionado por la Dirección Regional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural Estado Querétaro.

SUPERFICIES

	Ha	%
1- Serie Nalca	1 170.8	68.32
2- Serie Piedra	306.9	18.34
3- Serie Paseo	400.8	21.34
TOTAL	1 878.5	100.00

SIGNOS CONVENCIONALES

Límite de campo	— — — — —
Límite de corte	- - - - -
Paseo agrícola	— — — — —
Curvas de nivel	~ ~ ~ ~ ~
Cerros de terreno	⊙
Reservorio	⊙

ESCALA 1:25,000



SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS
 DIRECCION DE AGRICULTURA

Estudio Agrícola Detallado del Proyecto de Riego de
 Finca Mpio. de Galeana N.L.

SERIES DE SUELOS

Elaboró: Lic. J. J. ...
 Corrigió: Lic. J. J. ...

