

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

ESTUDIO DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL EJIDO
"EL CAIMANERO" EN AMECA, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL,
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION SUELOS
P R E S E N T A
HECTOR RAFAEL RUIZ VALENZUELA
GUADALAJARA, JALISCO. 1982.

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 16 de Marzo 1982

C. **ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI**
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

HECTOR RAFAEL RUIZ VALENZUELA Titulada:

" ESTUDIO DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DE EL EJIDO EL CAIMA
NERO EN AMECA, JALISCO. "


Damos nuestra aprobación para la Impresión de la misma

DIRECTOR



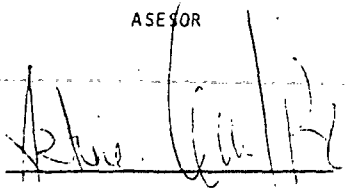
ING. NESTOR VILLAGRAMA SANCHEZ

ASESOR



ING. JESUS SEPULVEDA MEJIA

ASESOR



ING. ARTURO CURIEL BALLESTEROS

srd.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

ESTUDIO DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL EJIDO
"EL CATMANERO" EN AMECA JALISCO.

T E S I S
Que para obtener el título de:
Ing. Agronomo Orientación Suelos
P R E S E N T A
Héctor Rafael Ruiz Valenzuela

Diciembre de 1982

A G R A D E C I M I E N T O S

A MIS PADRES:

Con cariño, respeto y admiración
porque todo lo que soy y lo que
pueda ser se lo debo a ellos.

A MIS HERMANOS

Con afecto y cariño de siempre

A MI CITA Y NINA

Con cariño y agradecimiento
por su ayuda sin igual.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Abel Lopez M
Miguel A Viera
Jose J. Mata
Ricardo Rosales M

A MI DIRECTOR Y ASESORES DE TESTS

Con respeto y admiración
Ing. Nestor Villafranca S.
Ing. Arturo Curiel B.
Ing. J. Jesus Sepulveda M.

A MI UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Y H. ESCUELA DE AGRICULTURA
por la oportunidad brindada

I N D I C E		PAG.
CAPITULO	I INTRODUCCION	I
CAPITULO	II HIPOTESIS Y OBJETIVOS	4
CAPITULO	III REVISION DE LITERATURA	5
	3.1 GENERALIDADES	
	3.2 ORIGEN Y FUENTE DE LAS SALES SOLUBLES	
	3.3 MECANISMOS DE TRANSPORTE DE LAS SALES	6
	3.4 OBSTACULOS QUE PROPICIAR LA ACUMULACION DE SALES EN EL SUELO	
	3.5 MOVIMIENTO DEL AGUA Y SALINIDAD	8
	3.6 CATIONES Y ANIONES FORMADORES DE SALES	9
	3.7 DETERMINACION DE SALES EN EL SUELO	10
	3.8 SUELOS SALINOS	11
	3.9 SUELOS SALINOS SODICOS	11
	3.10 SUELOS SODICOS NO SALINOS	11
	3.11 REACCION DEL SUELO	12
	3.12 CATIONES Y ANIONES SOLUBLES	14
	3.13 BORO SOLUBLE	14
	3.14 CATIONES INTERCAMBIABLES	14
	3.15 YESO	
	3.16 CARBONATOS ALCALINOTERRICOS	16
	3.17 INFLUENCIA DEL SODIO EN LA ESTRUCTURA	17
	3.18 FORMACION DE COSTRAS	18
	3.19 FACTORES QUE MODIFICAN EL EFECTO DEL SODIO EN	

	Pag.
TERCAMBIABLE EN LOS SUELOS	18
3.20 VERIFICACION DE LOS ANALISIS QUIMICOS RESPECTO A REPRODUCCION Y SEGURIDAD	21
3.21 CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO	23
3.24 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	24
3.25 RELACION DE ADSORCION DE SODIO	25
3.26 CARBONATO DE SODIO RESIDUAL	26
3.27 BORO	26
3.28 EFECTO DE LA CONCENTRACION de BORO EN LA CALIDAD DEL AGUA	27
3.29 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE BICARBONATOS EN CALIDAD DE AGUA	29
3.30 CONTENIDO DE CLORUROS	29
3.31 BICARBONATOS	29
3.32 CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO	30
3.33 CONDUCTIVIDAD	30
3.34 SODIO	31

CAPITULO IV. DESCRIPCION DE LA ZONA 33

4.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL VALLE DE ARECA	33
4.2 INTEGRACION TERRITORIAL	33
4.3 CLIMA GENERAL	34
4.4 VEGETACION NATURAL	34
4.5 ASPECTOS FISIOGRAFICOS LOCALES	35
4.6 GEOLOGIA	36
4.6.1 GEOLOGIA DESCRIPTIVA	36
4.6.2 GEOLOGIA HISTORICA	37
4.7 SUELO	38
4.7.1 ORIGEN DEL SUELO	38

4.7.2	USO ACTUAL DEL SUELO	38
4.7.3	CLASIFICACION TEXTURAL DEL SUELO	39
4.7.4	CLASIFICACION DEL SUELO POR SALINIDAD DE LA UNIDAD DEL RIEGO Y - DESARROLLO AMECA	39
4.8	HIDROGRAFIA	39
4.9	OBRA S DE RIEGO	40
4.9.1	PRESAS	40
4.9.2	CANALES	40
4.9.3	DRENE S	40
4.9.4	CAMINOS	40
4.10	CALIDAD DE AGUA DE RIEGO Y DRENAJE DE LA UNIDAD DE RIEGO Y - DESARROLLO AMECA	41
4.11	DRENAJE	41
4.12	SISTEMAS DE RIEGO	42
CAPITULO V.-	MATERIALES Y METODOS	43
5.1	MATERIALES	43
5.1.1	UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO	43
5.1.2	PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS DEL COTCO EL CAI MAYERO	43
5.1.2.1	PROFUNDIDAD DE 0-30 CM	43
5.1.2.2	PROFUNDIDAD DE 30-60 CM	44
5.1.2.3	PROFUNDIDAD DE 60-90 CM	44
5.1.3	MATERIALES UTILIZADOS EN LA -- AFERTURA DE LOS POZOS Y TOMA - DE MUESTRAS	44
5.2	METODOS	45
CAPITULO VI.-	RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
6.1	RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE SUELOS	46
6.1.1	AGUA APROVECHABLE	46

6.1.2	TEXTURA	46
6.1.3	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	46
6.1.4	MATERIA ORGANICA	47
6.1.5	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	47
6.1.6	pH	47
6.1.7	PSI	47
6.1.8	RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA	47
6.1.9	POZO No. 1	47
6.1.10	POZO No. 2	47
6.1.11	POZO No. 3	47
6.1.12	POZO No. 4	48
6.1.13	" <u>DREN LIMOS</u> "	48
6.1.14	" <u>RIO SALADO</u> "	48
6.1.15	PROFUNDIDAD DEL MANTO FREATICO	48
6.1.16	DESCRIPCION MORFOLOGICA DE LOS PERFILES DE LOS POZOS DE OBSERVACION	49
6.1.17	ANALISIS POR FUSION	49
6.1.18	DISOLUCIONES	50
CAPITULO VII. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		54
7.1	CONCLUSIONES	54
7.2	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFIA	56
	APENDICE	

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

			PAG
Cuadro	A	Tones formadores de sales	9
Cuadro	B	Clasificación del pH	13
Cuadro	C	Clasificación de la materia orgánica según su %.	20
Cuadro	D	Límite permisible de boro para aguas de riego.	28
Cuadro	E	Diversos mejoradores para recuperar suelos sódicos.	51
Figura	A	Clasificación textural del suelo en la unidad de riego y desarrollo Ameca.	38
Figura	B	Profundidad del manto freático en función del tiempo.	48
Figura	1	Obras de riego en la unidad de riego y desarrollo Ameca	Apéndice
Figura	2	Localización de el Ejido el caimanero.	"
Figura	3	Clasificación de los suelos por salinidad en la unidad de riego y desarrollo Ameca.	"
Figura	4	Localización del municipio de Ameca Jalisco.	"

CAPITULO I.- INTRODUCCION.

Dado que las tierras de cultivo son la base del sustento y la seguridad del hombre, constituyen su principal recurso natural. El hombre depende del suelo y, en cierto modo, los suelos buenos dependen del hombre y del uso que hace de ellos.

En el planeta derivamos de nuestra agricultura nuestros tejidos, cordajes y millares de artículos de uso diario. Además el suelo es la fuente principal de las materias primas que mantienen en actividad nuestras grandes fábricas modernas.

Por lo tanto el verdadero nivel de vida del hombre es ta determinado, frecuentemente, por la calidad de sus suelos y por la clase y calidad de plantas y animales que crecen sobre ellos.

Así, existe en todo el mundo la necesidad imperiosa de ajustar como es debido la agricultura a las condiciones del terreno, es decir, usar sabiamente el suelo y el agua no solo para aumentar el rendimiento por hectarea, sino también para legar a las generaciones del porvenir una economía sólida. Esto se aplica en especial a regiones gravemente afectadas, ya sea por problemas complejos (varios a la vez) o por uno, como lo serían de considerar; la erosión, el ensalitramiento, la acumulación de sodio, la acidez, la alcalinidad etc. Así en el mundo los suelos se ven afectados por un sin número de problemas que los perjudican a tal grado, que los suelos no producen la suficiente economía para solventar los gastos que en ellos se han invertido.

En las tierras agrícolas de irrigación de el planeta existe un problema que les es ordinario: ésto es, el ensa-

litramiento de los suelos. Un estudio reciente (4) indica - que tanto como un tercio de todos los suelos irrigados en - el mundo (aproximadamente 70 millones de hectáreas) son - afectados por problemas de sales.

En las areas bajo riego de México existe tambien este problema, el cual tiene un impacto negativo sobre los rendi mientos en los cultivos.

Cuando el ensalitramiento es tomado en poca considera ción por el usuario del suelo, el problema se puede agravar a tal magnitud que dicho suelo puede dejar de ser considera do como agrícola, y pasar a formar de un suelo infértil a - los cultivos en general.

En México con el desarrollo de la irrigación se ha pre sentado el ensalitramiento de los suelos bajo riego, aún. -- con buena calidad química de las aguas usadas. Esto ha ocu rrido debido a que, las causas y efectos de este proceso no fueron bien entendidas; por lo tanto se le da poca importan cia al manejo del agua, de los suelos y de los cultivos; -- originando que en la actualidad se tengan problemas de ensa litramiento en diferentes grados, en aproximadamente 30% de la superficie bajo riego (I), con todas las consecuencias que trae consigo sobre la productividad. Por supuesto que - desde un punto de vista productivo, el ensalitramiento es - un problema indeseable ya que afecta a los rendimientos de los cultivos. Pero no hay que olvidarse que todos los sue-- los contienen sales, las cuales solo se vuelven problema, - cuando alcanzan concentraciones que son intolerables por -- las plantas.

Para poder formular una serie de normas y lineamientos para el manejo adecuado de agua, suelo y plantas, cuando se tiene o se puede tener problemas de ensalitramiento, es ne cesario conocer cuales son las causas de éste y sus efectos

sobre las plantas.

Con los antecedentes mencionadas y con el afán de solucionar nuestros problemas en los suelos decidí hacer un estudio en una zona de riego significativa en el Municipio de Ameca Jalisco.

Las fértiles tierras y las numerosas corrientes de agua de esta cuenca permiten levantar excelentes cosechas de trigo, maíz, frijol, garbanzo, caña de azúcar etc. pero dado - el problema de ensalitramiento, que va en continuo avance - fué necesario hacer un estudio de dicha zona para poder generar sugerencias que nos ayuden a solucionar el problema.

CAPITULO II.- HIPOTESIS Y OBJETIVOS.

A) HIPOTESIS.

Los suelos han presentado características tales como, costras blancas en la superficie, manchones negros sobre la misma y un manto freático elevado. En ellos se desarrollan los cultivos raquíticamente y por tal, tienen una baja producción de cosechas que en ocasiones es de ser considerada como nula.

Estas características, son debido al exceso de acumulación de sales solubles en el suelo y/o que el sodio intercambiable existente en el suelo sea de una cantidad lo suficientemente alta como para hacer que el suelo pierda algunas características físicas y químicas de importancia para el desarrollo de los cultivos.

B) OBJETIVOS.

Los propósitos fundamentales de este estudio son los siguientes:

- 1.- Demostrar que en esta zona de estudio, existen suelos con problemas de sales, sodio y algunos elementos que son tóxicos a los cultivos.
- 2.- Se pretende analizar en forma general aspectos relacionados con la identificación, caracterización, así como sugerencias para el control y recuperación de suelos enalitrados.

CAPITULO III.- REVISION DE LITERATURA.

3.1 GENERALIDADES.

Ensalitramiento es un término que usaremos para referirnos a los procesos de acumulación en el suelo de sales solubles, sodio intercambiable y otros elementos que al alcanzar ciertas concentraciones afectan el desarrollo de las plantas.

3.2 ORIGEN Y FUENTES DE SALES SOLUBLES. (10)

Los elementos principales de los que se pueden formar las sales solubles del suelo, son los que se encuentran más frecuentemente en los minerales primarios de la corteza terrestre, la cual está formada fundamentalmente por elementos que son comunes en los silicatos del suelo. Los ochenta elementos que se encuentran en la corteza terrestre, forman alrededor de 2000 minerales y de estos, solo unas cuantas decenas forman las rocas de la superficie de la tierra.

Las principales fuentes de sales solubles son: los minerales de la corteza terrestre, el océano, depósitos fósiles y otras fuentes de consideración pequeña como lo son las tolveneras, la actividad de los volcanes etc.

(10) La fuente original y en cierto modo la más directa de la cual provienen las sales solubles, son los minerales primarios que se encuentran en los suelos y en las rocas expuestas de la corteza terrestre. Clarke (1924) ha estimado que el contenido medio de cloro y azufre de la corteza terrestre es de 0.05 y 0.06 por ciento, respectivamente, mientras que el sodio, calcio y magnesio casi se encuentran a razón de 2 - 3 por ciento. Durante el proceso de intemperización química que comprende hidrólisis, hidratación, solución, oxidación y carbonatación, estos constituyentes gra

dualmente son liberados adquiriendo mayor solubilidad.

3.3. MECANISMOS DE TRANSPORTE DE LAS SALES (10)

Si las sales liberadas por los procesos de intemperismo permanecieran en su lugar de origen, no tendrían tanta importancia. Los problemas surgen realmente, cuando son transportadas, ya que dicho transporte normalmente produce acumulaciones en otras partes, intensificando los problemas asociados con el ensalitramiento.

Con excepción del transporte atmosférico de sales, en todos los ciclos de acumulación, el movimiento de las sales está íntimamente relacionado con el movimiento del agua. Las sales disociadas en forma iónica se mueven en el agua a través del suelo, de los estratos rocosos en las corrientes superficiales y las corrientes subterráneas.

La concentración de sales o cantidad de sales transportadas por el agua depende de: la distancia del recorrido, -- los materiales geológicos con los que el agua ha estado en contacto, el tiempo de contacto y el clima.

3.4 OBSTACULOS QUE PROPICIAN LA ACUMULACION DE SALES EN EL SUELO (10)

La acumulación de sales en el suelo está conectada con procesos bien definidos, tales como relieve, geomorfología, y condiciones hidrogeológicas. La acumulación de sales está ligada geomorfológicamente con áreas bajas, a las partes de planicies que se inundan, a los deltas, a las terrazas bajas de los ríos, así como a lo largo de las costas.

Desde el punto de vista geohidrológico, los procesos de acumulación de sales están ligados con mantos freáticos elevados. Hidrológicamente, la acumulación de sales se presenta en áreas donde el escurrimiento subterráneo no está regulado

por el escurrimiento, sino por evaporación y transpiración

El efecto más importante en la formación de suelos salinos recientes, es la evaporación de las aguas del manto freático y la transpiración de las plantas donde no existe escurrimiento.

Cuando el agua del manto freático se conecta por capilaridad con la superficie de el suelo y se evapora, se inician los procesos de acumulación de sales, sobre todo en la parte superior de los suelos.

Los procesos de acumulación de sales en el suelo dependen en mayor o menor grado de la evaporación de: aguas geológicas saladas, agua de mar, afloramiento de mantos subterráneos y uso de aguas de riego con concentraciones de sales de 3 a 5 gramos por litro o sea de 3000 a 5000 partes por millón.

Bajo riego (II). Los suelos salinos y sódicos se han desarrollado por uno o más de los diversos medios, y se ha hecho así:

- 1.- Cuando la aplicación excesiva de agua a elevado - el nivel del agua subterránea lo suficiente para permitir la concentración de sales del agua freática salina a través de la evaporación.
- 2.- Cuando la filtración de canales, con escapes o canales laterales que corren a un nivel más alto, - se ha convertido en un nivel elevado de agua freática y suelos salinos y sódicos.
- 3.- Cuando el agua de riego tiene un alto contenido - de sal.
- 4.- Cuando un mal desagüe conserva las sales en un - suelo superficial e impide la lixiviación de las de las sales, y

5.- Cuando el empleo de agua de riego es irregular, es decir, cuando produce inundaciones repentinas seguidas de sequía intensa. Cuando es limitado el suministro total de agua; esto dejaría también las sales en las zonas de las raíces..

3.5 MOVIMIENTO DEL AGUA Y SALINIDAD (I)

Puede suceder que la relación del movimiento del agua hacia arriba, desde una capa freática, no sea suficiente para que la planta crezca; sin embargo, puede crear serios problemas de salinidad cuando el agua subterránea es salina, aún cuando la capa freática puede estar a varios metros abajo de la superficie del suelo.

La salinidad está directamente relacionada con el agua del suelo, ya que las sales solubles se mueven con el agua. Por lo tanto, el control de la salinidad puede ser factor determinante en el manejo del agua. Las sales entran en el perfil del suelo por medio de el agua de riego, en la superficie o a través del agua subterránea. Las sales solamente pueden acumularse en partes donde ocurre el o la evaporación o donde las plantas absorven agua, comenzando con una distribución uniforme de sales, después del riego el patrón de la concentración de sales en la zona radicular depende de la distribución de raíces y del patrón de absorción. La evaporación y absorción de agua origina en la superficie del suelo una alta concentración de sales que disminuyen con la profundidad hasta el fondo de la zona radicular. Cuando se riega, el agua arrastra las sales, aunque no todas, hasta la profundidad lixivia que alcanza.

3.6 CATIONES Y ANIONES FORMADORES DE SALES.

(7) Cuando las sales se encuentran disueltas en el agua, se disocian en partículas que poseen carga eléctrica denominadas iones. Los iones con carga eléctrica positiva son los cationes y los que poseen carga eléctrica negativa, son los aniones.

Los cationes que con más frecuencia y en mayores cantidades se presentan en los suelos salinos, son el sodio, calcio y magnesio y los aniones son cloruro, sulfato y carbonato.

Otros iones que se pueden presentar, son: potasio siliceo, hierro, boro, carbonato y nitrato, pero éstos generalmente en concentraciones mucho menores.

Quadro A

IONES FORMADORES DE SALES

Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	
Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	Si ⁺⁺⁺⁺	
Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Fe ⁺⁺⁺	
		Bo ⁺⁺⁺	
		CO ₃ ⁻⁻	NO ₃ ⁻
CATIONES IONES MAS	ANIONES FRECUENTES	IONES MENOS FRECUENTES	

3.7 DETERMINACION DE SALES EN EL SUELO.

(10) Cuando se investiga la salinidad del suelo con relacion al desarrollo de las plantas, se recomienda -- usar la conductividad del extracto de saturacion como un me --
dio para evaluar salinidad.

(10) En investigaciones especiales conviene a veces co --
nocer los constituyentes de la solucion del suelo en el mo --
mento en que esta a su capacidad de campo (CC). Desde un --
punto de vista técnico, el extracto ideal para determinar --
la salinidad del suelo es el correspondiente a la C.C. a va --
lores cercanos; pero desgraciadamente la obtención del mis --
mo, es laboriosa para trabajos de rutina.

De acuerdo con los estudios realizados por el laborato --
rio de Riverside Cal. EE.UU., en lugar del extracto a capa --
cidad de campo C.C. puede utilizarse el extracto de satura --
ción del suelo, siendo el contenido de humedad en este pun --
to el doble del por ciento a su C.C. y cuatro veces mayor --
al contenido de humedad cuando el suelo esta en su punto al --
contenido de marchitamiento permanente (p.m.p.). Desde lue --
go las concentraciones de sales guardan una relacion inver --
sa, aproximadamente de 1.2 (hay aproximadamente 4 veces --
mas sales en la solucion del suelo en su C.C. que en el --
extracto de saturacion).

Los datos muestran que el extracto de saturacion es muy --
útil en la agricultura, entre otras cosas porque se pueden --
convertir a atmosfera de presión osmótica que puede relacio --
narse con la presión osmótica ejercida en sentido contrario --
por las raíces de las plantas.

3.8 SUELOS SALINOS (10), (1), (4), (3), (2)-

El término salino se aplica a suelos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm a 25°C , con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15. Generalmente el pH es menor de 8.5. Casi siempre se reconocen los suelos salinos por la presencia de costras blancas de sal en su superficie.

La cantidad de sales solubles presentes controla la presión osmótica de la solución del suelo. Los aniones principales son el cloruro, el sulfato y a veces el nitrato. Los suelos salinos casi siempre se encuentran floculados debido a la presencia de un exceso de sales y a la ausencia de cantidades significantes de sodio intercambiables.

Llámanse así aquellos suelos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm. a 25°C y el porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15. Este tipo de suelos se forma como resultado de los procesos combinados de salinización y acumulación de sodio. Siempre que contengan un exceso de sales, su apariencia y propiedades son similares a las de los suelos salinos. Cuando hay exceso de sales el pH raramente es mayor de 8.5 y las partículas permanecen floculadas. Si el exceso de sales solubles es lavado, las propiedades de estos suelos pueden cambiar notablemente, llegando a ser idénticas a las de los suelos sódicos no salinos.

3.10 SUELOS SÓDICOS O SALINOS (10), (1), (4), (3), (2).

Son aquellos suelos cuyo porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15 y la conductividad del extracto de saturación es menor de 4 mmhos/cm. a 25°C . El pH generalmente varía entre 8.5 y 10. En los suelos altamente sódicos, la materia orgánica dispersa y disuelta puede depositarse en la superficie debido a la evaporación, causando así un enco-

crecimiento y dando origen al término "álcali negro".

3.11 REACCIONES DEL SUELO - pH (10)

El pH de una solución acuosa es el logaritmo negativo de la actividad del ion hidrógeno. Su valor puede determinarse con el potenciómetro usando diversos electrodos (método 21) o colorimétricamente, mediante indicadores que cambian de color con la actividad del ion hidrógeno.

El pH del suelo está influenciado por la composición de los cationes intercambiables, la naturaleza de los materiales de intercambio catiónico, composición y concentración de las sales solubles y la presencia o ausencia de yeso y carbonatos de metales alcalino-térreos.

Las experiencias y estudios estadísticos de Fireman y Vadleigh permiten establecer los siguientes conceptos con relación al pH de pastas de suelos saturados:

- 1) pH de 8.5 o mayores indican casi siempre un por ciento de sodio intercambiable de 15 o mayor y la presencia de carbonatos de metales alcalino-térreos.
- 2) En suelos cuyo pH es menor de 8.5, el por ciento de sodio intercambiable puede o no ser mayor de 15.
- 3) Suelos cuyo pH es menor de 7.5 casi nunca contienen carbonatos de metales alcalino-térreos y si el pH es menor de 7.0, el suelo seguramente contendrá cantidades considerables de hidrógeno intercambiable.

CUADRO B I I

CLASIFICACION DEL pH

G R A D O	P H
Extremadamente ácido	0 - 4.59
Muy fuertemente ácido	4.6- 5.19
Fuertemente ácido	5.2- 6.19
Medianamente ácido	6.2- 6.79
Ligeramente ácido	6.8- 7.19
Neutro	6.8- 7.19
Ligeramente Alcalino	7.2- 7.79
Medianamente Alcalino	7.8- 8.39
Fuertemente Alcalino	8.4- 8.79
Muy fuertemente Alcalino	8.8- 9.39
Extremadamente Alcalino	9.4

3.12 CATIONES Y ANIONES SOLUBLES (10)

Cuando se analizan los suelos salinos y sódicos para determinar cationes o aniones solubles, el objetivo principal es el de establecer la composición de las sales solubles presentes. La determinación de los cationes solubles proporciona una determinación precisa del contenido total de sales, así como de cationes y otras propiedades de soluciones salinas como conductividad eléctrica y presión osmótica. Las concentraciones relativas de los diversos cationes en los extractos de agua del suelo también dan información sobre la composición de los cationes intercambiables del suelo.

3.13 BORO SOLUBLE (10)

Aun cuando este elemento esté presente en cantidades relativamente pequeñas, tratándose de la salinidad de suelos, tiene un efecto marcadamente tóxico para las plantas, lo que hace necesario tenerlo en cuenta como un factor decisivo en el diagnóstico y recuperación de los suelos salinos y sódicos. Los altos niveles de boro en el suelo pueden reducirse mediante prácticas de lavado, aún cuando durante este proceso el boro no pueda ser eliminado en la misma proporción que otras sales.

Es probable que concentraciones de boro menores de 0.7 p.p.m. no afectan mucho a las plantas sencillas (Capítulo 4); el límite marginal del boro es de 0.7 a 1.5 p.p.m. y más de 1.5 p.p.m. el boro es un problema. Las plantas con mayor tolerancia pueden soportar concentraciones más altas, pero la información disponible a la fecha no permite establecer los límites.

3.14 CATIONES INTERCAMBIABLES (10)

Cuando una muestra de suelo es colocada en la so

lución de una sal como acetato de amonio, se produce en el suelo una adsorción de iones de amonio con desplazamiento de una cantidad equivalente de cationes del suelo hacia la solución. Esta reacción se denomina "intercambio de cationes" y los cationes que se desplazan del suelo se llaman "cationes intercambiables". Los constituyentes superficiales activos de los suelos que tienen propiedades de intercambio de cationes se llaman en conjunto "complejo de intercambio" y consisten en su mayor parte de minerales arcillosos y materia orgánica. La cantidad total de cationes intercambiables que un suelo puede retener se denomina "capacidad de intercambio catiónico" y generalmente se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo. A veces conviene expresar las cantidades relativas de varios cationes intercambiables presentes en el suelo, como por ciento de la capacidad de intercambio catiónico. Por ejemplo el porcentaje de sodio intercambiable.

Las determinaciones de las cantidades y proporciones de los diversos cationes intercambiables que se encuentran en el suelo, son de gran importancia, ya que los cationes intercambiables influyen en forma determinante en sus propiedades físicas y químicas.

3.15 YESO (10)

El yeso se encuentra en muchos suelos de regiones áridas en cantidades que van desde un ínfimo hasta un elevado porcentaje. En ciertos suelos, el yeso proviene de los depósitos sedimentarios de los cuales se ha originado el suelo; mientras que en otros suelos el yeso se ha formado por la precipitación de calcio y sulfato durante el proceso de salinización. A consecuencia del lavado el yeso se

encuentra a cierta profundidad en el primer caso, en tanto que en el segundo es casi siempre más abundante en las capas superficiales del suelo.

El contenido de yeso en los suelos sódicos es de importancia, porque determina la necesidad de aplicación de mejoradores químicos a dichos suelos para su recuperación. De igual manera, cuando el yeso es muy abundante en el suelo, puede usar agua de riego con alto contenido de sodio.

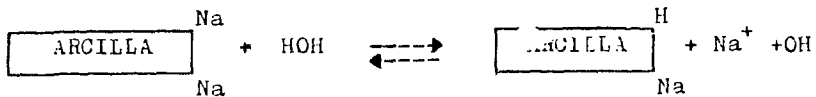
3.16 CARBONATOS ALCALINO-TERREOS (CALIZA) (10)

Los carbonatos de metales alcalino-térreos que se encuentran en cantidades notables en el suelo, constan de calcita, dolomita y posiblemente magnecita. Las cantidades que pueden encontrarse varían desde trazas hasta más del 50 % de la masa del suelo. Estos carbonatos tienen influencia en la textura del suelo cuando están presentes en cantidades considerables, ya que sus partículas tienen tamaño semejante a los del limo. Se ha llegado a pensar que la presencia de partículas muy finas de los carbonatos de metales alcalino-térreos, mejoran la condición física de los suelos pero que también cuando estos carbonatos se presentan en forma de caliche o como agentes cementantes en capas endurecidas pueden impedir el movimiento del agua y desarrollo de los sistemas radiculares. Estos carbonatos son constituyentes importantes de los suelos sódicos porque representan una fuente potencial de calcio y magnesio solubles que reemplazan al sodio intercambiable. Esto indica que la elección de los mejoradores químicos para la sustitución del sodio intercambiable, está directamente relacionada con la presencia o ausencia de los carbonatos alcalino-térreos.

3.17 INFLUENCIA DEL SODIO EN LA ESTRUCTURA (1)

Si la concentración de sal es suficientemente alta, la doble capa eléctrica será de tal modo suprimida - que aun los coloides saturados con sodio permanecerán flo- culados. Tales suelos pueden ser adecuadamente permeables al agua, tener buena aereación y condición física general favorable. Sin embargo, la concentración de sal puede ser tan alta que el crecimiento de cultivos económicos puede - ser no remunerativo. Tales suelos se clasifican como salinos-sódicos si la concentración de sal es tan alta que la conductividad de la solución extraída del suelo saturado - es de 4 mmhos/cm o más, y si el sodio satisface el 15% o más de la capacidad de intercambio.

Si el porcentaje de sodio cambiable es de 15% o más - y la conductividad del extracto de saturación es menor de 4 mmhos/cm, el suelo se denomina no salino-sódico. En es- - tos suelos, el ión sodio, ejerce una influencia predominaⁿte, en el comportamiento coloidal. Además estos suelos tieⁿen un pH alto, debido a la hidrólisis.



Generalmente los suelos son de color negro porque los coloides orgánicos son solubles y se acumulan en forma de costra en la superficie. Por lo general, están deflocula- - dos, son impermeables al agua y al aire, tienen una fuerte tendencia a amasarse, y una capacidad estructural deficienⁿte.

Quando estos suelos están secos son masosos, duros y compactos, con poco o ninguna tendencia a formar grumos.

Como consecuencia, las plantas crecen con mucha dificultad y, en casos severos no crecen en absoluto.

Esta situación se corrige reemplazando al sodio cambiabile por calcio u otro catión favorable. Se puede agregar yeso, haciendo enseguida una lixiviación. Tan pronto como el sodio se sustituye por el calcio se elimina el exceso de sal (Na_2SO_4), la estructura del suelo comienza a mejorar, el pH baja y el crecimiento de los cultivos mejora.

3.18 FORMACION DE COSTRAS (10)

Los suelos que tienen baja estabilidad estructural se dispersan y desmoronan cuando son mojados por la lluvia o el agua de riego y pueden formar una costra dura cuando la superficie se seca. Esta costra representa un serio impedimento para la emergencia de las plántulas recién nacidas y en ciertos cultivos es la causa principal de que se obtengan una pobre población de plantas. Los suelos sódicos son un problema en este sentido, aunque el fenómeno no es exclusivo de ellos. Los factores que intervienen en la formación de la costra dura superficial son: alto contenido de sodio intercambiable, baja proporción de materia orgánica y batimiento y humedecimiento del suelo a cero tensión, debido a lluvia o riego.

3.19 FACTORES QUE MODIFICAN EL EFECTO DEL SODIO, INTERCAMBIABLE EN LOS SUELOS (10)

Textura. Es bien sabido que la distribución de tamaños de las partículas tiene influencia en las propiedades de retención y transmisión de humedad en los suelos.

En general, las propiedades físicas de los suelos de textura fina son afectadas con mayor intensidad para un valor determinado del PSI que las de los suelos de textura gruesa.

AREA SUPERFICIAL Y TIPO DE MINERAL ARCILLOSO.

Se puede considerar que las partículas del suelo tienen una superficie externa y otra interna. Los minerales primarios, tales como el cuarzo y los feldes pastos, y los minerales arcillosos kaolinita o illita, tienen únicamente superficies externas. Los minerales arcillosos con estructura expandente, como la montmorillonita, que exhibe expansión interlamina, tienen superficies internas y externas. El área superficial externa de los suelos está directamente relacionada con su textura, mientras que la superficie interna se relaciona con el contenido de minerales que exhiben expansión interlamina. Las superficies externas de casi todos los suelos van desde 10 hasta 50 m²/ gramo, en tanto que la superficie interna varía considerablemente, llegando a ser casi nula en suelos que no contienen minerales con expansión interlamina, o tan grande como 150 m²/gramo, o mayor, en suelos con alto contenido de minerales con estructura expandente.

MATERIA ORGANICA.

La materia orgánica además de mejorar las propiedades físicas del suelo, es una fuente de elementos nutritivos para las plantas.

Existen bases bien fundadas que evidencian que la materia orgánica contrarresta los efectos nocivos del sodio intercambiable en los suelos. Los datos disponibles indican que la materia orgánica mejora e impide la deterioración de la condición física del suelo por su interacción con los materiales de intercambio catiónico debido a su utilización como material energético para los microorganismos, los cuales, inducen la agregación y disminuyen indirectamente la densi-

dad aparente de los suelos.

CUADRO DE MATERIA ORGANICA.

CUADRO 10

CLASIFICACION DE MATERIA ORGANICA

NIVELES DE M. O %		INTERPRETACION.
0.	0.25	Extremadamente Pobre
0.25	0.50	Muy Pobre
0.50	1.00	Medianamente Pobre
1.00	2.00	Mediano
2.00	3.00	Medianamente Rico
3.00	4.00	Muy Rico
4.00		Extremadamente Rico.

3.20 VERIFICACION DE LOS ANALISIS QUIMICOS RESPECTO A REPRODUCCION Y SEGURIDAD (10)

Un medio de establecer si hay errores en los análisis químicos de los suelos, es utilizar la interpretación del número de relaciones que existen entre los valores que se obtienen con diversas determinaciones. Por lo tanto, la comprensión de los principios que estas relaciones involucran facilita la interpretación de los análisis.

Conductividad eléctrica y concentración total de cationes.- La CE (conductividad eléctrica) de las soluciones y de los extractos de saturación, expresada en mmhos/cm. a 25°C y multiplicado por 10, es aproximadamente igual a la concentración total de cationes solubles expresada en m.e.q./lt.

Concentración de cationes y de aniones.- La concentración o el contenido total de aniones solubles y la concentración o el contenido total de cationes solubles, son casi iguales cuando se expresan en forma equivalente.

pH y concentración de carbonatos y bicarbonatos.- si en un extracto saturación se encuentran carbonatos y bicarbonatos por titulación, el pH del extracto deberá ser mayor que 9.0. La concentración de bicarbonato raramente excede de 10 m.e.q./lt en ausencia de carbonatos y si el pH es de 7.0 o menos, rara vez pasará de 3 a 4 m.e.q./lt.

pH y concentración de calcio y magnesio.- La concentración de calcio y magnesio en un extracto de saturación raramente excede de 2 m.e.q./lt para lecturas de pH mayores de 9.0. Por lo tanto, el total de calcio y magnesio será bajo si hay iones carbonato en cantidades titulables, y la suma de calcio más magnesio nunca es alta en presencia de una alta concentración de iones bicarbonato.

Calcio y sulfato en un extracto de suelo-agua y contenido de yeso en el suelo.- La solubilidad del yeso

a temperatura ordinaria es de unos 30 m.e./lt en agua destilada, y de 50 m.e./lt o más en soluciones muy salinas. Sin embargo, debido al efecto del ión común, un exceso de calcio o sulfato puede causar que disminuya la solubilidad del yeso hasta unos 20 m.e./lt. Por lo tanto el extracto de saturación de un suelo no yesífero puede contener más de 30 m.e./lt de calcio y sulfato y un suelo yesífero puede tener una concentración de calcio hasta 20 m.e./lt. Debido a esto, por regla general, en los suelos cuyo contenido de calcio y magnesio en su extracto de saturación es mayor de 20 m.e./lt deberá comprobarse respecto a su contenido de yeso.

pH y carbonatos de metales alcalino-térreos.- El pH del extracto de un suelo calcáreo a por ciento de saturación invariablemente es mayor de 7.0 y generalmente mayor de 7.5, un suelo no calcáreo puede tener un pH hasta de 7.3 a 7.4.

pH y yeso.- El pH de los suelos yesíferos a por ciento de saturación, rara vez excede de 8.2, independientemente del valor del PSI (porcentaje de sodio intercambiable).

pH y PSI.- Si el pH del extracto a por ciento de saturación es mayor de 8.5, con toda seguridad que el PSI será igual o mayor a 15.

PSI y RAS (relación de absorción de sodio).- En general el PSI aumenta con la RAS. Aunque haya desviaciones ocasionales, cuando en el extracto de saturación los valores RAS son bajos, es casi seguro que el suelo en cuestión tiene bajo PSI. Una alta RAS denota altos valores del PSI.

CIC (Capacidad de intercambio catiónica) y PS (porcentaje de saturación).- Debido a que la capacidad de intercambio catiónica (CIC) y las propiedades de retención de humedad se relacionan con la textura del suelo, generalmente existe una aceptable relación entre ambas propiedades, especialmente -

en aquellos suelos de idéntico material de origen.

3.21 LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO (10)

La calidad de agua para riego está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que contenga. Por lo tanto, la calidad del agua es una consideración importantísima para la investigación de las condiciones de salinidad o contenido de sodio intercambiable en cualquier zona de riego.

3.22 CARACTERÍSTICAS QUE DETERMINAN LA CALIDAD (10)

Las características más importantes que determinan la calidad de una agua para riego son: 1) la concentración total de sales solubles; 2) la concentración relativa de sodio con respecto a otros cationes; 3) la concentración de boro u otros elementos que pueden ser tóxicos; 4) bajo ciertas condiciones, la concentración de carbonatos con relación a la concentración de calcio más magnesio.

Factores que determinan la calidad del agua (1)

La calidad del agua se puede subdividir en dos partes: la calidad química del agua, que puede tener un uso muy amplio, está dada por la cantidad de sales y la proporción de diferentes iones que ésta tiene en solución, y su conocimiento puede ser de utilidad para en una primera aproximación, determinar si se puede recomendar su uso con fines domésticos, industriales, pecuarios y agrícolas. En el caso de su uso para riego de cultivos, en general, la calidad química no va a especificar si el agua debe o no ser utilizada. Para poder tomar una decisión con más fundamento, que permita saber si el agua es o no recomendable para riego, es necesario considerar la calidad agronómica, de la cual la calidad química forma parte.

Calidad agronómica. La calidad agronómica del agua está determinada por los siguientes factores: calidad química cultivo para regar, condiciones climatológicas, métodos de riego, condiciones de drenaje del suelo y prácticas de manejo del manejo del agua, del suelo y de las plantas.

3.23 DETERMINACIONES NECESARIAS PARA CARACTERIZAR QUÍMICAMENTE UN AGUA (1) (10)

Las determinaciones que deben hacerse para caracterizar un agua desde el punto de vista químico, son el contenido de aniones y cationes. Entre los cationes se tienen el Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+ y entre los aniones $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , Cl^- y $\text{SO}_4^{=}$. Otras determinaciones importantes son el pH, la conductividad eléctrica y el contenido de boro. Los métodos de análisis correspondientes se describen en el manual 60 del USDA (336)

3.24 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (10)

La concentración total de sales solubles en las aguas de riego, para fines de diagnóstico y de clasificación, se puede expresar en términos de conductividad eléctrica, la cual se puede determinar en forma rápida y precisa.

Casi todas las aguas para riego que se han usado por mucho tiempo tienen una conductividad eléctrica menor de 2,250 micromhos/cm. Ocasionalmente se usan aguas de mayor conductividad, pero las cosechas obtenidas no han sido satisfactorias, excepto en raras ocasiones.

Un suelo es salino cuando la conductividad de su extracto de saturación es mayor de 4 milimhos/cm ó 4,000 micromhos/cm. Se ha encontrado que la conductividad eléctrica del extracto de saturación de un suelo, en ausencia de acumulación de sales provenientes del agua subterránea, es generalmente

de 2 a 10 veces mayor que la correspondiente al agua con que se ha regado. Este aumento en la concentración de sales es el resultado de la extracción continua de la humedad por las raíces y por la evaporación. Por lo tanto, el uso de aguas entre moderada y altamente salinas, puede ser la causa de que se desarrollen condiciones de salinidad, aun cuando el drenaje sea satisfactorio. En general, las aguas cuya conductividad eléctrica sea menor de 750 micromhos/cm son satisfactorias para el riego por lo que respecta a sales, aun cuando los cultivos sensibles pueden ser afectados adversamente cuando se usan aguas cuya conductividad varía entre 250 y 750 micromhos/cm.

Las aguas cuya conductividad eléctrica varía entre 750 y 2,250 micromhos/cm como comunmente utilizadas, obteniéndose se con ellas crecimientos adecuados de las plantas, siempre y cuando haya un buen manejo de la tierra y un drenaje eficiente; sin embargo, las condiciones de salinidad se presentarán si el lavado y el drenaje no son adecuados. El empleo de aguas con conductividad eléctrica mayor de 2,250 micromhos/cm es una excepción y rara vez se obtienen buenos resultados. Unicamente los cultivos mas tolerantes a las sales se pueden desarrollar bien cuando se riegan con este tipo de agua y siempre que se aplique agua en abundancia y el drenaje del subsuelo sea adecuado.

3.25 RELACION DE ADSORCION DE SODIO (RAS) (1)

En 1954, el laboratorio de salinidad de los Estados Unidos, propuso este indice para evaluar la calidad de las aguas de riego con respecto a su concentración de sodio y el posible efecto de éste, sobre las propiedades físicas del suelo.

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}} \text{ en me/lit}$$

Esta relación es uno de los índices más difundidos, ya que representa la actividad relativa de los iones solubles de sodio en la reacción de intercambio catiónico con el suelo, que como se indicó, fué derivada de la ecuación clásica de Japón, suponiendo condiciones de equilibrio entre los iones solubles y los intercambiables, por lo que se supone -- que bajo estas condiciones, la RAS es un buen estimador del PSI cuando las sales del agua están en equilibrio con las - del suelo.

De acuerdo con esto, la RAS está correlacionada con el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y entre mayor sea - su valor, es de esperar mayor valor del PSI.

Aunque la RAS determinada en las aguas de riego se usa para pronosticar el PSI y cuando se determina en la solución del suelo para diagnóstico del mismo, se ha encontrado que - hay diferencias de PSI hasta de 40% entre los valores calculados y los observados.

3.26 CARBONATO DE SODIO RESIDUAL (CSR) (1) (10)

Este índice fue propuesto por Eaton en 1950 y expresado por la siguiente fórmula:

$\text{CSR} = (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3) - (\text{Ca} + \text{Mg})$; concentraciones - en miliequivalentes por litro.

Se usa para predecir la cantidad de carbonato de sodio que quedará en la solución del suelo, después que se precipi- tan carbonato de calcio y de magnesio, de tal manera que, la concentración de sodio puede ser suficiente para desplazar - el calcio y el magnesio del complejo de intercambio, produ-

ciendo la defloculación del suelo.

Wilcox en 1955, concluyó en base a un solo experimento que si el CSR es mayor de 2.5 m.e/lt, el agua no es recomendable para riego; de 1.22 a 2.5 m.e/lt el agua es marginal - y con valores menores de 1.25 m.e/lt el agua es buena.

Bowe en 1963 (57), demostró que aguas que no contienen carbonato de sodio residual pueden sodificar el suelo.

3.27 BORO (10)

El Boro se encuentra casi en todas las aguas naturales y su concentración varía desde trazas hasta varias partes por millón. Es esencial para el crecimiento de las plantas, pero demasiado tóxico cuando excede apenas ligeramente el nivel óptimo. Eaton (1944) encontró que muchas plantas podían crecer normalmente en cultivos de arena con trazas de Boro (de 0.03 a 0.04 p.p.m) y que se presentaba toxicidad cuando la concentración llegaba a 1 p.p.m.

(1) En 1936 Scofield fué el primero en proponer rangos de tolerancia de los cultivos al Boro, los cuales se siguen usando aproximadamente igual para clasificar las aguas de riego. Considerando dichas tolerancias los rangos son: cultivos sensibles de 0.3 a 1.0 p.p.m, cultivos semitolerantes de 1.0 a 2.0 p.p.m. y cultivos tolerantes de 2.0 a 4.0 p.p.m.

Esta clasificación no considera el suelo; y la tolerancia de los cultivos puede variar debido a que el suelo fija Boro por efecto de la materia orgánica y minerales con calcio.

3.28 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE BORO EN LA CALIDAD DEL AGUA.

El Boro, en pequeñísimas concentraciones, es esencial para el desarrollo normal de las plantas. La deficiencia de Boro produce síntomas apreciables en muchas especies.

Es muy tóxico para ciertas especies y la concentración que afecta a éstas es casi la misma que necesitan para un desarrollo normal muchas de las plantas tolerantes. Así por ejemplo, los limoneros muestran daños definidos y a veces económicamente importantes, cuando se riegan con agua que contenga 1 p.p.m. de Boro, en tanto que la alfalfa logra su desarrollo máximo si el agua de riego posee de 1 a 2 p.p.m. de Boro.

Las concentraciones tóxicas de Boro que se encuentran en algunas aguas de riego obligan a tener presente a este elemento para establecer su calidad. Scofield (1936) propuso los límites señalados en el cuadro siguiente.

Cuadro D

LÍMITES PERMISIBLES DE BORO PARA AGUAS DE RIEGO

Clima por Boro	Cultivos sensibles p.p.m.	Cultivos semitolerantes p.p.m.	Cultivos tolerantes p.p.m.
1	Menor 0.33	Menor 0.67	Menor 1.00
2	0.33 a 0.67	0.67 a 1.33	1.00 a 2.00
3	0.67 a 1.00	1.33 a 2.00	2.00 a 3.00
4	1.00 a 1.25	2.00 a 2.50	3.00 a 3.75
5	Mayor 1.25	Mayor 2.50	Mayor 3.75

3.29 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE BICARBONATOS EN CALIDAD DE AGUA.

Con base en los datos del cuadro II y usando el término "carbonato de sodio residual" según Eaton (1950), -- puede concluirse que las aguas con más de 2.5 m.e./lt de "-- "carbonato de sodio residual"; no son buenas para riego. -- Aguas que contienen de 1.25 a 2.5 m.e./l, son dudosas y, -- las que contienen menos de 1.25 a 2.5 m.e./l, con toda seguridad son buenas. Se considera que las buenas prácticas de manejo y la aplicación de mejoradores químicos, podría permitir el uso de las aguas dudosas para riego. Estas conclusiones están basadas en datos muy limitados y tienen carácter tentativo únicamente.

3.30 CONTENIDO DE CLORUROS (1)

El ion cloruro es especialmente tóxico para los frutales, como cítricos y aguacate; pero la predicción de su efecto sobre las plantas tiene que ser específica y no puede generalizarse.

3.31 BICARBONATOS (10)

En aguas ricas en iones bicarbonatos hay la tendencia del calcio y del magnesio a precipitarse en forma de carbonatos a medida que la solución del suelo se vuelve más concentrada. Esta reacción no se completa totalmente en circunstancias ordinarias, pero a medida que va teniendo lugar, las concentraciones de calcio y de magnesio se van reduciendo, aumentando así la proporción relativa del sodio. Eaton (1950) usa tres términos al referirse a esta reacción:

$$1) \text{ Porcentaje de sodio encontrado} = (\text{Na}^+ \times 100) / (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+).$$

$$2) \text{ Porcentaje de sodio posible} = (\text{Na}^+ \times 100) / (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+) - (\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^- + \text{HCO}_3^-),$$

donde la resta de $(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--})$ no exceda $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$.

$$3) \text{ Carbonato de sodio residual } (\text{Na}_2\text{CO}_3) = (\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}).$$

Estas relaciones, los constituyentes iónicos se expresan en miliequivalentes por litro.

3.32 CLASIFICACION DE AGUAS PARA RIEGO (10)

Peligro de salinidad.

Las aguas se dividen en cuatro clases con respecto al peligro de sodio, es más complicada que en el caso del peligro por salinidad. Se puede considerar el problema, desde el punto de vista del grado probable al que un suelo ~~absorberá~~ absorberá el sodio del agua, así como la velocidad a que tiene lugar dicha absorción al aplicar el agua.

3.33 CONDUCTIVIDAD (10)

AGUA DE BAJA SALINIDAD (C1): Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

AGUAS DE SALINIDAD MODERADA (C2): Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales.

AGUAS ALTAMENTE SALINAS (C3): No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aun con drenaje adecuado se puede necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo, por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales.

AGUA MUY ALTAMENTE SALINA (C4): no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben aplicarse un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso, se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales.

3.34 SODIO.

La clasificación de las aguas de riego con respecto a la Ras, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. No obstante, las plantas sensibles a este elemento pueden sufrir daños a consecuencia de la acumulación de sodio en sus tejidos cuando los valores del sodio intercambiable son más bajos que los necesarios para deteriorar la condición física del suelo.

AGUA BAJA EN SODIO (S1): Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

AGUA MEDIA EN SODIO (S2): En suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente o menos que el suelo contenga yeso. Estas aguas solo pueden usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

AGUA ALTA EN SODIO (S3): Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitarán prácticas especiales de manejo

buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Los suelos yesíferos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de sodio intercambiable cuando se riegan con este tipo de aguas. Puede requerirse el uso de mejoradores químicos para substituir al sodio intercambiable; sin embargo, tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas de muy alta salinidad.

AGUA MUY ALTA EN SODIO (S4): Es inadecuada para riego - excepto cuando su salinidad es baja o media y cuando la disolución del calcio del suelo y la aplicación de yeso u otros mejoradores no hace antieconómico el empleo el de esta -- clase de aguas.

Ocasionalmente, el agua de riego puede disolver un buen porcentaje de calcio en los suelos calcáreos, de tal manera que disminuye notablemente el peligro por sodio, condición - que deberá tenerse muy en cuenta en el caso de usar aguas de las clases C1 - S3 y C1- S4. Tratándose de suelos calcáreos de pH alto o de suelos que no son calcáreos el estado del so dio de las aguas C1 -S3, C1-S4 y C2-S4 se puede modificar - ventajosamente agregando yeso al agua. De igual manera, es - conveniente aplicar yeso al suelo periódicamente cuando éste vaya a regarse con aguas C2-S3 y C3-S2.

CAPITULO IV.- DESCRIPCION DE LA ZONA

4.1 LOCALIZACION GEOGRAFIA DEL VALLE DE AMECA.

Está situado en la región central, zona occidental del estado de Jalisco. El valle de Ameca se extiende a partir de 3 km al occidente de la ciudad de Ameca hacia el oriente (La cabecera del Municipio de Ameca ciudad del mismo nombre está a los $104^{\circ}03'$ longitud oeste y, a los $20^{\circ}33'$ latitud norte a una altura de 1250 metros sobre el nivel del mar) con un desarrollo de 28 km y una anchura regular limitada por los lomerios y cerros circunvecinos que varían de 4 a 11 km a ambas márgenes del río Ameca, el cual atraviesa en su longitud la zona estudiada.

Este valle se encuentra limitado; al norte, por la puerta de la Vega, la Estación Matute, estribaciones del Cerro Grande de Ameca, Labor de Solís y Rancho el Diamante; Al nordeste la estación de la Vega; Al este, la exhacienda de Buenavista, El Trapiche de Labra y aguacaliente; Al sureste, Camichines, San Pablo y la Cauceda; al sur, el Salitra, El Cabezón y la carretera Guadalajara-Ameca-Puerto Vallarta; Al Suroeste, Cerros y la antes citada carretera; Al Oeste, el Valle se extiende a 3 km de la población de Ameca.

4.2 INTEGRACION TERRITORIAL *

Nombre de la localidad	Categoría	Municipio.
Ameca	Ciudad	Ameca
El Cabezón	Congregación	Ameca.
El Caimanero	Rancho	Ameca.
Carrizalillo	Rancho	Ameca.
La Esperanza	Congregación.	Ameca.
Labor de Solís	Congregación.	Ameca.
Los Pocitos	Rancho	Ameca.
San Antonio	Congregación	Ameca.

Pta. La Vega	Congregación	Ameca.
El Trapiche	Rancho	Sn. Martín Hgo.
El Salitre	Congregación	Sn. Martín Hgo.
La Vega	Ejido	Teuchitlán
Buena Vista	Congregación	Sn. Martín Hgo.
Agua Caliente	Ejido	Cocula
Camichines	Congregación	Cocula
San Pablo	Ejido	Cocula
San Ignacio	Congregación	Ameca
Labor de Medina	Congregación	Sn. Martín Hgo.
El Limón	Rancho	Ameca.

*

FUENTE: ESTUDIO AEROLÓGICO DEL VALLE ALTO AMECA JAL. SARH

4.3 CLIMA GENERAL.

El Clima de acuerdo a la clasificación de C.W.Thornth Waite es semi-seco y semi-cálido. Con Régimen de lluvias en los meses de Junio a Septiembre que representa el 80 % del total anual, los meses más calurosos se presentan en Junio y Julio con temperaturas medias de 24.3°C y 23.8°C respectivamente. La dirección de los vientos en general es noroeste a sureste con una velocidad de 8 km por hora.

Además los aspectos climáticos presentan las siguientes características: La precipitación media anual es de 864 mm - la lluvia del año más abundante representa el 127% de la media anual y se presentó en el año de 1953; el más escaso significa el 72 % y ocurrió en el año de 1949. La lluvia máximo promedio en 24 horas es de 39.7 mm, sin embargo, se ha presentado máximas de 97.4 y 85 en los meses de Junio y Mayo respectivamente.

La temperatura media anual es de 21.30C. La temperatura máxima extrema de 39.0°C y se presentó en el mes de mayo en el año de 1929; La mínima extrema fué de 10°C y ocurrió en el año de 1930.

4.4 VEGETACION NATURAL.

Zacates de la familia de las gramíneas

Girasol (*Cosmos scabiosioides*)
 Quelite (*Chenopodium mexicanum*)
 Cardo espinoso (*Cirsium pinetorum*)
 Mezquite (*Prosopis Juliflora*)
 Lengua de Vaca (*Rumex crispus*)
 Lirio acuático (*Eichhornia crassipes*)
 Huizache (*Acacia farnesiana*)

4.5 ASPECTOS FISIOGRAFICOS LOCALES.

El aspecto fisiografico local del valle de Ameca -- tiene, exagerando, una forma aproximada de cañada, en cuya -- parte baja sigue artificialmente un curso del ancausado rio Ameca. El valle esta limitado al norte, por una cadena de cerros de considerable altura que vienen a ser las estrivaciones de la Sierra Madre Occidental. Estos dan cierta pendiente de importancia a los suelos situados en las laderas, influyendo de una manera dominante, en el material de origen de ellos -- tanto con sus aportaciones coluviales como aluviales.

Al sur, los suelos van teniendo una ligera elevación --- originada por los lomerios de escasa altura, este factor no es de importancia tan vital como el anterior, en la fisiografía local, ya que los suelos son bastante profundos y sus elementos constituyentes y declives ligeros no permiten una erosión intensa.

Hacia el este, se cierra el valle con una prolongación de la cadena de cerros que circundan la región por el lado norte.

Al oeste, se encuentra un lomerio inicialmente bajo que va tomando altura paulativamente hasta chocar con la sierra Madre Occidental al poniente de la población de Ameca.

4.6 GEOLOGIA

4.6.1 GEOLOGIA HISTORICA

Corresponde geologicamente la zona estudiada a formaciones del pleistoceno de la era cuaternaria, estando perfectamente bien marcados los periodos Eo y Meso-volcanico tanto por sus elevaciones y conformaciones características como -- por las rocas igneas efusivas localizadas en diversas areas.

4.6.2 GEOLOGIA DESCRIPTIVA

Los cerros que circundan el valle de Ameca tienen las rocas dominantes siguientes:

Dasitas y Andesitas.- Rocas porfidicas de diversos tonos desde el claro hasta el obscuro, conteniendo, en algunos casos, gran cantidad de cuarzo, por lo que reciben el nombre de dacitas, factor que unido a la gran cantidad de mica de las andesitas contribuye a la formación de suelos arenosos.

Esta clase de rocas caracteriza la formación del Eovolcanico, epoca en que fueron arrojadas al exterior por erupciones y explosiones volcanicas. Este periodo se reconoce -- atendiendo a que el grado de dureza de dichas rocas no ha -- permitido a los factores de intemperismo obrar de una manera tan intensa sobre ellas, como lo hace con las rocas constituidas con otra clase de minerales más blandos haciendo de -- esta manera que las formaciones Eovolcanicas mantengan una -- superioridad en altura y modelado, sobre las originadas en -- otra epoca (neo y mesovolcanico) en que hubo emisión de rocas diferentes como la ryolita y los basaltos.

Las dasitas estan constituidas principalmente por ferrocristales de plagioclasa, piroxeno y cuarzo.

Las rocas antes mencionadas se pueden localizar en el cerro grande de Ameca, al norte del valle y en la tetilla de Ameca, al sur.

Rocas calizas.- Se encuentran tambien formando las lomas

que dominan principalmente el sur y el oeste del valle, --- numerosos diques calizos y dolomíticos, que obran de una manera intensa en la constitución mineralógica de los suelos, --- aportando una gran cantidad de cal. En algunas partes se presentan lomerios completamente blancos, explicándose esta coloración porque al ser erosionados los estratos superiores --- queda al descubierto el material calizo de referencia.

Otras rocas.- Graníticas un poco alteradas, localizadas en el cerro grande de Ameca. Andesíticas, encontradas en el mismo lugar anterior. Basalto hojoso y tobas basálticas, características del mesovolcánico, en los cerros cercanos de la hacienda de Euenavista, el Cañabazón y cercanías de San Martín Hidalgo.

Todas estas rocas se encuentran en menor cantidad y -- más aisladas que las antes mencionadas. También se encuentran aunque muy escasas y aisladas, rocas rhyolíticas variando del color gris al verde.

4.7 SUELO

4.7.1 ORIGEN DEL SUELO

Existen en esta zona suelos de distintos orígenes tanto aluvial como in-situ y coluvial. Sin embargo predominan los primeros con la modalidad de aluvial lacustre.

4.7.2 USO ACTUAL DEL SUELO

En el valle de Ameca se practican los siguientes cultivos;

- Caña de Azúcar (*S. officinarum*)
- Maíz (*Zea mays*)
- Sandía (*Citrullus vulgaris*)
- Melón (*Cucumis melo*)
- Jitomate (*Solanum lycopersicum*)

Chile (*Capsicum spp*)
 Garbanzo (*Cicer arietinum*)
 Arroz (*Oryza sativa*)
 Alfalfa (*Medicago sativa*)
 Hortalizas

4.7.3 CLASIFICACION TEXTURAL DEL SUELO

En la unidad de riego y desarrollo Ameca existen -
 diversas texturas, estas van desde completamente arcillosas -
 hasta arenosas, predominando las francas. La figura siguiente
 nos ilustra el porcentaje existente de cada una de estas a
 tres diferentes profundidades (0-30, 30-60 y 60-90 cm).

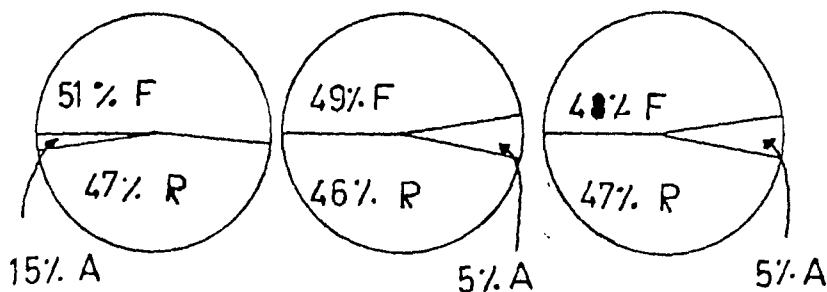


Figura "A"

Prof. 0-30

Prof. 30-60

Prof. 60-90

4.7.4 CLASIFICACION DEL SUELO POR SALINIDAD DE LA UNIDAD DE RIEGO Y DESARROLLO AMECA.

Un estudio efectuado a la unidad en general, arroja los resultados siguientes: La mayor parte de dicha unidad se clasifica como normal, teniendo lunares dispersos en toda la unidad, de suelos con clasificación salina, salino-sódica y sódicos (figura 3), es importante hacer notar que los suelos en estudio se clasificaron como sódicos.

4.8 HIDROGRAFIA

En forma breve y concisa podemos decir que las condiciones hidrográficas de la zona comprendida dentro del estudio

son las siguientes: El valle de Ameca, cuyo centro es la --- máxima depresión de la región, recibe las aportaciones de -- las serranías que lo limitan por el norte, del este y de los lomeríos y partes altas del sur y suroeste, teniendo como -- único desagüe, el río Ameca, que desfogó sus aguas hacia el - oeste.

Por las anteriores apreciaciones se comprende que el valle de Ameca se halla cruzado por numerosas corrientes hidrográficas de tales magnitudes, entre las cuales se pueden mencionar como principales las siguientes:

Ríos.-El de Ameca, Cocula y San Martín

Arroyos.- De la barranca, del coyonqui, de corralejo, peña blanca, estafiate, ca. rizo, de la vega y de las piedritas.

4.9 OBRAS DE REGO

4.9.1 PRESAS

Existen dos presas ; una de almacenamiento, con -- capacidad total de 45 000 000 m³ de los cuales 44 000 000 m³ son útiles. Otra de derivación con un volumen derivable de -- 18.3 m³/seg.

4.9.2 CANALES

Existen 116 km de canales, correspondiendo 1.4 km por cada 100 hectareas, de los cuales 45.7 km corresponden a los principales y 70.9 km a los canales laterales.

4.9.3 DRENES

Existe una red de 110.8 km de drenes, correspondiendo 1.3 km por cada 100 hectareas. De los cuales 23 km -- corresponden a los principales y 87.8 km a los secundarios.

4.9.4 CAMINOS

Existen 130.1 km de caminos correspondiendo 1.6 km de los mismos por cada 100 hectareas.

4.10 CALIDAD DE AGUAS DE RIEGO Y DRENAJE DE LA UNIDAD DE RIEGO Y DESARROLLO AMECA.

Un estudio efectuado en el mes de mayo de 1982 --- sobre la calidad de las aguas de riego y drenaje arrojó los siguientes resultados: El 80.7 % de las aguas analizadas resultaron con clasificación C_2S_1 (Agua con salinidad media y baja en sodio), el 17.0 % con clasificación C_3S_2 (agua altamente salina y baja en sodio) y el 2.3 % con índice de C_3S_2 --- (aguas altamente salinas y medias en sodio).

4.11 DRENAJE

La red de drenes existentes en la unidad de riego y desarrollo Ameca se encuentra en un estado bueno la mayor parte y regular el resto.

Los drenes en estado regular tienen el problema de que se encuentran obstruidos principalmente, esto es, que tienen un vertido menor y entonces que no dejan que cumpra el deber oportuno y eficaz que es en si la función a desempeñar de un dren. Lo que trae consigo, que esa agua estancada tenga que escaparse o filtrarse lateralmente, teniendo así que se contribuye a un nivel de manto freático elevado.

Como el agua de drenaje tiene un contenido de sales significativo, y esto sumado al manto freático elevado, hace, --- que cuando ocurra la evaporación en la superficie esta agua ascienda ocurriendo que se ensaltran los suelos.

Los suelos que predominan en esta zona de estudio son de textura pesada, lo cual trae consigo que la infiltración de ellos sea bajo. Si sumamos a esto que la topografía es casi plana, es de darse cuenta que el escurrimiento ocurrido a nivel parcelario también es deficiente. Por lo tanto, generalizando, se puede decir que el problema de manto freático

elevado en esta zona esta resuelto en donde tiene drenes en estado funcional ; no así en donde se encuentran en estado -- regular y además con suelos pesados.

Es de hacer notar que en el ejido El caimanero el dren - lirios y caimanero se encuentran en estado regular y además existen suelos pesados.

4.12 SISTEMAS DE RIEGO

El riego por gravedad es utilizado en mayor proporción. El agua penetra en forma lateral en los surcos hasta - llegar a la zona radicular del cultivo.

El riego por inundación es aplicado pero en menor -- proporción y consiste en derramar el agua algunos milímetros en la superficie del terreno previamente arreglado.

CAPITULO V.- MATERIALES Y METODOS.

5.1 MATERIALES

5.1.1. Ubicación del área de estudio.

Dicha área forma parte del Ejido "El Caimanero", ubicado en la parte oeste de la unidad de riego y desarrollo Ameca; Colinda al Norte con los Ejidos Labor de Solis y Ameca, así como también con el dren San Ignacio; Al Sur, con el Canal principal margen izquierda y el Ejido San Ignacio; Al este, con el Ejido La Esperanza y al Oeste con el Ejido Ameca. (Fig # 2). Tiene una extensión de 736.09 hectáreas. Específicamente el estudio se llevó a efecto en las parcelas que la unidad de riego denomina con los números 3271, 3250, 3252 3246.

5.1.2 Propiedades físicas y químicas de los suelos del Ejido "El Caimanero".

Las propiedades físicas y químicas del área del estudio fueron obtenidas con muestreos a tres profundidades; de 0-30, 30-60 y 60-90 cm.

5.1.2.1. Profundidad de 0-30 cm.

El área de estudio tiene una densidad aparente representativa que oscila entre 1.40-1.50 gr/cc, dicha área tiene valores de agua aprovechable de 13-22 %, predominando las texturas pesadas y en segundo término las francas, con un nivel de materia orgánica de 1-3 %, considerado como mediano y medianamente rico. Los valores de pH van de 7.8-8.39 denominados como medianamente alcalinos, una conductividad eléctrica de 0-2 milimhos/cm a 25°C (con efectos despreciables a los cultivos) con un porcentaje de sodio intercambiable que va de 0-6 % en el 86 % del área, observandose problemas salino sódicos únicamente en el 3% de la misma.

5.1.2.2 Profundidad de 30-60 cm.

Estos suelos tienen valores de agua aprovechables que van desde 13-22 % predominando las texturas pesadas y en segundo termino las francas, un pH medianamente alcalino con una conductividad electrica de 0-2 milimhos/cm a 25°C, con un porcentaje de sodio intercambiable de 0-13 % en el 91 % del área y con problemas salino sódicos en el 9 % de los mismos.

5.1.2.3 Profundidad de 60-90 cm.

Estos suelos tienen valores de agua aprovechable entre 13-22 %, predominando las texturas pesadas y en segundo termino las francas, con un pH medianamente alcalino, una conductividad electrica de 0-2, el porcentaje de sodio intercambiable es de 0-13 % en el 91 % de los suelos y con problemas salino sódicos en el 6 % de los mismos.

5.1.3 Materiales utilizados en la apertura de los pozos y toma de muestras.

Plano general de la zona o unidad de riego

Pala de riquete

pala común

Pico

Barra

Costal de fibra plastica

Bolsas de polietileno

Cinta metrica

Cuchillo o navaja

Etiquetas

Barrena con extensión hasta de dos metros

Recipientes para las muestras de agua

Reactivos: Acido clorhidrico al 10 % y fenoftaleina

5.2 METODOS

- 1.- Delimitación de la zona en estudio.
- 2.- Recopilación de información del área en estudio y bibliográfica.
- 3.- Reconocimiento general de la zona, por medio de recorridos de campo.
- 4.- Localización de sitios apropiados para la apertura de los pozos de observación. Donde para esto, se consideraron los puntos donde existieran síntomas de alto ensalitramiento, así como también que tuvieran cierta estratificación en el área de estudio, con el propósito de que fueran representativos de la zona.
- 5.- Apertura de los pozos de observación y descripción del perfil de estos, siguiendo el sistema convencional.
- 6.- Toma de muestras de suelo y agua del manto freático, así como también de un dren y un río, para sus análisis físicos y químicos en el laboratorio.

Los análisis efectuados a las muestras de suelo son:

Agua aprovechable, clasificación textural, capacidad de intercambio catiónico, cationes intercambiables, materia orgánica, pH, iones solubles y, análisis por fusión a las muestras del pozo # 4 que es considerado el representativo del total de ellos.

Los análisis efectuados a el agua son:

pH, CE, cationes totales, iones (Ca + Mg), Ca, Mg, K, Na, RAS, aniones totales, Cl, SO₄, CO₃, HCO₃, CSR, Boro y clasificación de aguas con fines

de riego.

- 7.- Interpretación de los resultados de los análisis de las muestras.
- 8.- Definición de la problemática existente en la zona para elaborar sugerencias.
- 9.- Redacción del trabajo.

CAPITULO VI.- RESULTADOS Y DISCUSION.

La fecha en que se inició el trabajo de investigación en el campo fué, el 25 de abril de 1982 y la terminación del mismo el 6 de Julio de 1982.

El pozo # 1 y 2 fueron abiertos o escabados el 25 de abril,, el 3 y 4 lo fueron el 27 de abril de 1982.

Las muestras de agua del manto freático así como la - del dren lirios y la del Río Salado, fueron tomadas en las fechas siguientes: pozos 1, 2, 3, 4, el 29 de abril de -- 1982. Dren lirios el 20 de mayo de 1982 y la del Río Salado el 12 de julio de 1982.

6.1. Resultados de las muestras de suelos. (Anexo 1)

6.1.1. Agua aprovechable.

El total de los pozos tienen rangos que van -- desde 18.3 - 21.94 μ , Se consideran valores altos y que son dados por la influencia de la textura.

6.1.2 Textura

Se obtuvo una clasificación textural denominada como pesada (más de 30 % de arcilla).

6.1.3 Capacidad de intercambio catiónico

Se obtuvieron valores que van desde 35 hasta - 45 Meq/100 gr de suelo.

Una observación es que las arcillas existentes en esta zona de estudio, no son todas del tipo montmorillonítico, ya que si estas fueran del tipo antes mencionado -- habría en su CIC en promedio al menos igual o mayor con relación al porcentaje de arcillas; ya que la CIC de una arcilla montmorillonítica es de 100 Meq/100 gr. Lo que hace suponer que existe una arcilla de menor CIC, como puede -- ser la caolinita, que tiene de 3-15 Meq/100 gr.

6.1.4 (Materia orgánica)

El pozo # 1 y 3 tienen un nivel de m.o. de 0.89 y 0.75 %, y es considerado como medianamente pobre.

El pozo # 2 y 4 lo tienen de 1.58 y 1.72 %, y es considerado como mediano.

6.1.5 Conductividad eléctrica

Los valores obtenidos en el total de los pozos van desde 0.40 hasta 1.7 milimhos/cm a 25°C. Estos valores son considerados como efectos despreciables de salinidad.

6.1.6 pH.

El pozo # 1 tiene valor de 9.1 que es considerado como muy fuertemente alcalino. El # 2 y 4 tienen valores de 7.2 y 7.3 respectivamente y se consideran como ligeramente alcalinos. El # 3 tiene valor de 8.3 y es considerado como medianamente alcalino.

6.1.7 Porcentaje de sodio intercambiable

El pozo # 1 tiene un valor de 17.5 y es clasificado como sódico. Los que tienen por número 2, 3, 4, se clasifican como normales, tienen valores que van desde 4.2 hasta 10.5 %. Pero es de hacer notar que el pozo # 2 tiene valores de 14.5 hasta 19.5 % en sus demás profundidades.

6.1.8 Resultados de las muestras de agua (Anexo 2)

6.1.9 Pozo # 1.

Tiene una clasificación C_3S_4 , un carbonato de sodio residual de 11.4 meq/lt y 13 ppm de Boro.

6.1.10 Pozo # 2

Tiene una clasificación C_4S_4 , valor de CSR de 2.2 meq/lt y 41 ppm de Boro.

6.1-11 Pozo # 3

Tiene clasificación C_3S_1 , un valor de CSR de -

0.5 meq/lt y 8.1 ppm de Boro.

6.1.12 Pozo # 4

Tiene una clasificación C_3S_2 , no se encontró CSR y 16.2 ppm de Boro.

6.1.13 Dren Lirios.

Tiene una clasificación C_2S_1 , un CSR de 4.1 meq/lt y 10.3 ppm de Boro.

6.1.14 Rio Salado.

Tiene una clasificación C_3S_4 , 9.3 meq/lt de CSR y 40 ppm de Boro.

6.1.15 Profundidad del manto freático.

Las observaciones llevadas a efecto en la zona - nos muestran que la profundidad del manto freático se encuentra por arriba de una profundidad considerada como crítica. Esto quiere decir que el agua del manto freático tendrá influencia en los horizontes superiores del suelo y consecuentemente en los cultivos.

A continuación se exponen las fechas y lugares donde se hicieron las observaciones así como la profundidad a la que se encontró el agua freática.

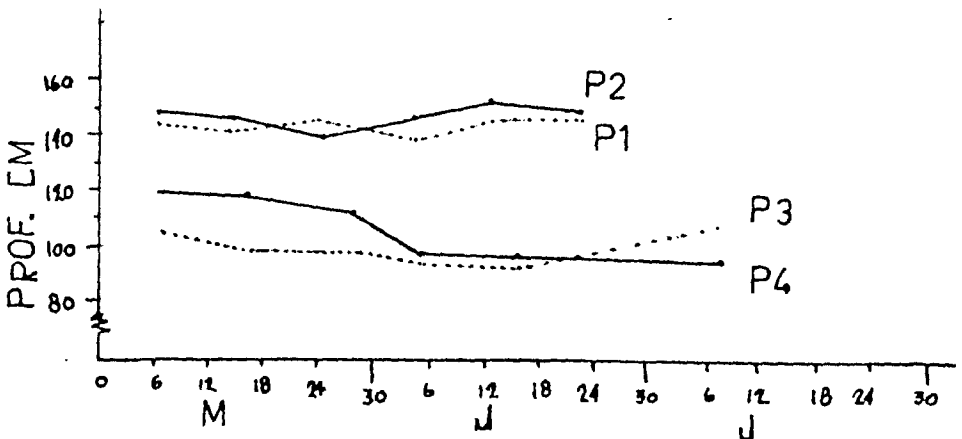


Fig B

TIEMPO

6.1.16 Descripción morfológica de los perfiles de los pozos de observación.

El total de los pozos presentaron dos horizontes sin perfil, el A y B, con un potencial aproximado de un metro. Estos horizontes no presentaron un desarrollo o evolución marcada dado que tenían perturbaciones de rocas pomíticas que debieron ser aportadas en tiempos pasados.

El horizonte A se presentó homogéneo en los 4 pozos, este tenía un color gris oscuro, textura arcillosa, presencia de raíces o materia orgánica, un potencial de 31 cm aproximadamente con una estructura granular terrenuda que no estaba muy desarrollada y su consistencia era dada según el grado de humedad que existía en dicho horizonte. Tuvo reacción positiva con el ácido clorhídrico y negativa con la fenoftalina en los pozos 1 y 2 y no en los números 3 y 4.

El horizonte B de los pozos 1, 2 y 3 presentó un color negro que era dado por la influencia de la mayor humedad que existía ahí en comparación con el 4, y el pozo # 4 presentó un color amarillo, esto porque era un depósito de rocas pomíticas completamente; los primeros 3 presentaron una textura arcillosa y el 4 arenosa, un potencial de 25 cm, aproximadamente en todos ellos una textura terrenuda en y granular en el último y con reacción positiva al ácido clorhídrico el 1 y 2.

El horizonte B1, tenía un color negro, una textura arcillosa, una estructura terrenuda todavía menos desarrollada y de menor consistencia que las anteriores con un potencial -- aproximadamente de 50 cm. La reacción con el ácido clorhídrico fué positiva en los pozos 1 y 2.

6.1.17 Análisis por fusión (Anexo 3)

La relación molecular entre el SiO_2 y el

Al_2O_3 , es mayor de 4, y el contenido de SiO_2 , tiene una variación la cual está entre un 55 % y un 77 %.

Estos elementos de juicio anteriores nos confirman que se pueden tratar de un suelo vertisol.

DISCUSION.

En esta área de estudio no existen problemas de calcio y magnesio en forma de sales, pero sí en cambio es de considerar el problema de sodio.

El pH alcalino que muestran los suelos es influencia directa del sodio que existe en los mismos. Por lo tanto, el problema palpable es el de que existen suelos sódicos en proporciones significativas, puesto que los resultados reportan un PSI, de considerarse peligroso en dos de los pozos de observación.

Estos suelos sódicos se presentaron en áreas que tienen una textura pesada principalmente, o sea en suelos con infiltración pobre quedando los francos por sus mejores propiedades en general, al margen del problema.

Si sumamos que los suelos perjudicados tienen un nivel de materia orgánica de medianamente pobre, estos se verán más severamente afectados por el sodio.

Las causas que hacen a los suelos sódicos son de encontrarse en el agua de riego; juntas, su calidad y aplicación. Esto es que los sistemas de riego utilizados en la zona son el de utilizar más agua de la debida, aumentando el manto freático, luego, la calidad del agua del manto que es muy peligrosa en sales afecta al suelo con sodio. Dicha calidad de las aguas es considerada como salobre o peligrosa si se utiliza en riego. También contiene un alto carbonato de sodio residual y lo que es muy importante, dichas aguas junto con las del río Salado y Dren lirios tienen niveles " extremadamente

muy peligrosos" de Boro, que es un elemento toxico a las -- plantas o cultivos en general.

Lo anteriormente expuesto trae como consecuencia que se debe llevar a efecto un manejo adecuado de suelo y agua.

Los suelos afectados por el sodio se pueden recuperar con la aplicación de mejoradores. El ejemplo siguiente --- ilustra la metodologia a seguir en el cálculo de la cantidad de mejorador por aplicar a un suelo.

Cuadro 8

Mejoradores quimicos para recuperación de suelos sódicos

Mejoradores para suelos sódicos	Producto quimico
Salas solubles de calcio	Cloruro de calcio Yeso
Acidos o formadores de ácidos.	Azufre Acido sulfurico Sulfato de fierro Sulfato de aluminio Cal-azufre
Salas de calcio de baja solubilidad (pueden contener magnesio también)	Roca caliza mólida Subproductos de cal usada en los ingenios azucareros.

Luego de elegir el mejorador apropiado química y económicamente se calculan las toneladas por aplicar de la siguiente manera:

El método usado para el cálculo de mejorador es recomendado por; La Subsecretaría de agricultura y operación.

La Dirección General de Distritos y Unidades de Riego.

1.- Datos; Suelo de textura arcillosa.

Clasificación Sódico no salina.

Dap = 1.1 Gr/cc.

CIC = 35 Meq/100 gr suelo

PSI = 17.5

PSI_f = 12.5

Profundidad considerada 30cm

Mejorar a usar = Yeso ($SO_4Ca \cdot 2H_2O$)

X = cantidad de yeso que se empleará.

2.- Cantidad de PSI a bajar: RI

PSI = 17.5

PSI_f = $\frac{12.5}{5.0}$

RI = 5.0

3.- Cantidad de Na a neutralizar: R2

PSI = (17.5/100) (35) = 6.125 Meq

PSI_f = (12.5/100) (35) = 4.375 Meq

R2 = 6.125 - 4.375 = 1.75

R2 = 1.75 Meq en 100 gr

4.- Cantidad de suelo por mejorar: R3

a) Volumen = (16 000 m²) (0.30 m) = 3 000 m³

b) Peso = (V) (Dap) = (3 000 m³)(1.1 ton/m³) = 3 300 ton.

c) R3 = 3 300 000 kg de suelo

5.- Miliequivalentes necesarios de yeso: R4

Si en 100 gr de suelo	1.75 Meq Na
33×10^8 gr de suelo	R4
R4 = 5.775×10^7 Meq de Na que se deberán neu- tralizar	

6.- Cantidad de yeso por hectárea en Kg: X

- 1 Meq de yeso neutraliza a 1 Meq de sodio.
- 1 Meq de yeso = 0.00008609 kg = 0.08609 gr.
- 00008609 kg 1 Meq Na

$$X \qquad \qquad \qquad 5.775 \times 10^7$$

$$X = 4.9717 \times 10^3 \text{ kg de yeso}$$

Como el yeso no es puro se multiplica por 1.25 para ma
yor seguridad; $(4.9717 \times 10^3) (1.25) = 6.2146 \times 10^3$ kg. de yeso.

USO Y MANEJO DEL AGUA

Es de hacer notar que el sistema de riego por gravedad es común en esta región, esto es porque existe agua en cantidad considerable, prestándose, a que al utilizar dicho sistema se caiga en el error de usar más agua de la que es necesaria para cubrir las necesidades de los cultivos, lo que trae consigo aparte de un gran desperdicio el hecho de que se contribuye a que disminuya la profundidad del manto freático acarreado las consecuencias que esto implica.

El desperdicio de agua hace que algunos de los usuarios de dicha zona no tengan el suficiente líquido para sacar sus cosechas adelante.

CAPITULO VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- 1.- En el ejido "El Calmanero" no existen suelos -- salinos.
- 2.- Existen suelos sódicos y se reafirma el estudio efectuado por la SARH.
- 3.- Los suelos sódicos son provocados por mal ma-- nejo de agua y suelo.
- 4.- Existe el problema de que el agua del manto freatico, el dren lirios y el rio salado tienen problemas de sales y sodio, así como de una muy -- fuerte presencia de Boro (elemento tóxico a -- las plantas y cultivos en general).
- 5.- Es eminentemente urgente que se maneje una alta eficiencia en drenes, pues existen problemas de drenaje.

7.2 RECOMENDACIONES

- 1.- Los drenes "lirios y caimanero" deben ser des-
asolvados para desaguar en su totalidad el ----
agua excedente del área, y así evitar que se --
incremente el nivel del manto freático.
- 2.- Planear y ejecutar obras de drenaje a nivel --
parcelario, así como darles constante manteni-
miento, para que no ocurran inundaciones o en-
charcamientos en ninguna época del año, evi- --
tando con esto pérdida de cosechas.
- 3.- Debe aplicarse mejoradores a terrenos afectados
por el sodio para la recuperación de los mismos
a la actividad agrícola.
- 4.- En vista de que el Boro, que contiene el agua
proviene en gran parte del río salado, que ---
desemboca en la presa de la vega, se debe hacer
un estudio específico de este problema para --
evitarlo en lo posible.

REPORTE DE ANOMALIAS

CUCBA

A LA TESIS:

LCUCBA03521

AUTOR:

RUIZ VALENZUELA HECTOR RAFAEL

**TIPO DE ANOMALIA:
Errores de Origen:**

De la pagina No. 56 en adelante; sin foliar

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aceves Navarro Everardo
1979
El ensalitramiento de los suelos bajo riego.
Colegio de Postgraduados.
Chapingo, México.
- 2.- Buckman y Brady
1977
Naturaleza y propiedades de los suelos.
Montaner y Simon S.A.
Barcelona España.
- 3.- G. Gaucher
1971
El suelo y sus caracterís-
ticos agronómicas.
Omega
Barcelona España
Soil Chemistry
Publication a Wiley-Inters-
cience.
New York
- 4.- Hinrich L. Bohn
1979
Química Agrícola I
Uteha
México.
- 5.- Karl Scharrer
1960
Fundamentos de la ciencia
del suelo.
CECSA
México
- 6.- L.M. Turk
1979
Apuntes
Edafología
Patena
Chapingo, Mex.
- 7.- Ortiz Monasterio Rafael
8.- Ortiz Villanueva B
1977
Mejoramiento de suelos agrí-
colas. I y II
UTEHA
México
- 9.- Otto Fauser h.c.
10.- Personal del laboratorio
de salinidad de los EUA
1977
Diagnóstico y rehabilita-
ción de suelos salinos y
sódicos.
LIMUSA
México

- 11.- Roy L. Nonahue
1978
Suelos; su química y fertilidad en zonas tropicales.
Diana
México
- 12.- Sampat A. Gavande
1979
Física de suelos
Limusa
México
- 13.- SARH
Subsecretaría de Agricultura y Operaciones.
Dirección general de distritos de riego.
1981
Algunas especificaciones para recuperación de suelos enalitrados.
- 14.- Thompson Louis M.
1967
El suelo y su fertilidad
Ed. revolucionaria
Habana, Cuba.
- Zerazúa C. Bonifacio
Prácticas de química -- agrícola.
Apuntes
- 16.- Distrito de riego SARH
Datos de estudios diversos de la unidad de riego y desarrollo Amca.



**SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO**

Guadalajara Jal. JULIO 27 de 19 82

Nombre: HECTOR RAFAEL RUIZ Localidad: _____
Estado: JALISCO Municipio: AMECA

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

POZO # 2

Número de muestras	POZO # 1-2					
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Profundidad (cm)	0-30	31-51	51-64	64-109	0-30	30-57
Densidad real (g/cm ³)						
Densidad aparente (g/cm ³)						
Capacidad de campo (%)	47.15	52.97	59.43	67.07	40.01	42.40
Punto de marchamiento permanente (%)	25.24	28.33	31.78	35.87	21.40	22.67
Agua aprovechable (%)	21.94	24.64	27.65	31.20	18.60	19.72
Arena (%)	21.20	5.28	13.20	25.28	33.2d	29.28
Arcilla (%)	5.44	67.44	69.44	55.44	49.44	45.44
Limo (%)	27.28	27.28	17.28	19.27	17.28	25.28
Clasificación textural	R	R	R	R	R	R
Capacidad de intercambio catiónico (me/100g)	35.00	37.80	No muestr.	No muestr.	45.00	39.20
Calcio (me/100g)	12.65	10.35	No muestr.	No muestr.	12.25	13.40
Magnesio "	5.75	10.35	No muestr.	No muestr.	11.50	13.50
Sodio "	28.98	22.00	No muestr.	No muestr.	5.98	9.01
Potasio "	1.93	1.40	No muestr.	No muestr.	1.79	1.35
Materia orgánica (%)	0.89	0.69	1.03	No muestr.	1.50	0.69
Cond. elect. en el extracto de saturación (µmhos/cm)	1.70	2.60	0.78	1.10	0.92	0.60
Cond. de saturación en el suelo (µmhos/cm)						
pH en agua rel. (1:2)	9.1	9.2	9.0		7.2	6.2
Calcio (me/litro)	1.00	1.00	0.40	2.00	1.00	1.00
Magnesio "	0.20	2.00	0.20	1.00	0.20	0.20
Sodio "	1.00	21.00	2.00	0.00	2.00	4.00
Potasio "						
Carbonatos "	0.80	0.80	0.40	0.40	0.40	0.40
Bicarbonatos "	2.60	2.20	2.20	2.60	2.00	2.00
Cloruros "	5.00	7.80	2.00	3.00	2.00	3.20
Sulfatos "	7.90	15.20	3.00	4.80	4.80	3.40
Bor (P, S, I) (ppm)	12.50	16.00	13.00	7.00	10.50	7.25
pH (Extracto de sat)						
Fósforo aprovechable (ppm)						
Carbonato de calcio (%)						
Nitrógeno total (%)						

Clasificación por Salinidad Sódica Escala M sódico Normal Normal

EL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS,
1142 SERVICIO 10av.

EL RESIDENTE DEL LABORATORIO.

GUIM, LILIAN VILLARINO M.

Dir. Rafael Ortiz Salas R.



**SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO**

Guadalajara Jal. JULIO 27 de 19 82

Nombre: HECTOR RAFAEL RUJZ Localidad: _____
Estado: JALISCO Municipio: AJECA

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

Número de muestras	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	
Profundidad (cm)	57-62	62-63	63-95	95-110	110-133	133-163	
Densidad real (g/cm ³)							
Densidad aparente (g/cm ³)							
Capacidad de campo (%)	33.09	44.62	50.08	47.26	42.88	61.03	
Punto de marchitamiento permanente (%)	17.70	23.86	26.29	25.27	22.93	32.64	
Agua aprovechable (%)	15.39	20.76	23.30	21.99	19.95	28.39	
TEXTURA	Arena (%)	13.28	9.28	19.20	25.28	45.28	21.28
	Arcilla (%)	45.44	45.44	33.44	41.44	41.44	65.44
	Limo (%)	41.28	45.28	47.28	33.28	13.28	13.28
Clasificación textural	R	R	F-1	R	Ra	R	
Capacidad de intercambio catiónico (me/100g)	39.20	41.00	39.20	43.20	37.00	55.20	
CATIONES INORGANICOS	Calcio (me/100g)	19.55	18.40	14.95	16.11	16.11	20.70
	Magnesio "	8.05	10.35	14.95	16.11	10.35	16.11
	Sodio "	8.74	11.04	10.12	11.96	11.50	12.89
	Potasio "	1.58	1.40	1.35	1.93	1.22	1.72
Materia orgánica (%)	1.03	0.96	1.03	1.03	0.75	1.03	
Conductividad en el extracto de saturación (1/100g/cm)	1.50	0.90	0.74	0.33	0.63	0.50	
Condición de agua en el suelo de saturación (%)							
pH en agua rel (1:2)	8.6	8.3	8.5	8.4	8.4	8.4	
ANIONES INORGANICOS	Calcio (me/litro)	1.50	0.80	0.50	1.80	2.00	2.20
	Magnesio "	0.70	0.40	1.00	0.20	1.00	1.00
	Sodio "	12.60	1.20	15.60	13.00	21.00	15.60
	Potasio "						
	Carbonatos "	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	Bicarbonatos "	2.00	2.00	1.40	1.40	1.60	1.80
	Cloruros "	1.30	1.30	2.50	2.20	3.30	2.90
	Sulfatos "	10.70	5.10	14.70	11.00	18.70	14.00
	Baro P.S.J. (ppm)	14.50	12.50	17.50	15.50	19.50	15.25
	pH (Extracto de sal)						
Fósforo aprovechable (ppm)							
Carbonato de calcio (%)							
Nitrógeno total (%)							

Elaboración por el Sr. M. Sódico Normal
Y el Sr. M. Sódico Normal
ELENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS.
142 ISMUCICIC-1 Inv.

556.00 556.00 556.00 556.00
EL RESUMEN DEL LABORATORIO.

[Handwritten signature]
JULIO, LILIAN VILLANUEVA

[Handwritten signature]
Ing. Rafael Ortiz Monasterio
ING. CONSULTOR SARH E. S.



**SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO**

Guadalajara Jal. JULIO 17 de 19 82

Nombre: HECTOR RAFAEL RUIZ Localidad: _____
Estado: JALISCO Municipio: AMECA

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

Número de muestras	M-13	M-14	M-15	M-16	M-17	M-18	
Profundidad (cm)	0-38	38-68	68-94	94-112	112-122	122-137	
Densidad real (g/cm ³)							
Densidad aparente (g/cm ³)							
Capacidad de campo (%)	40.23	9.39	7.09	7.29	7.04	8.02	
Punto de marchamiento permanente (%)	21.51	5.02	3.79	3.90	3.76	4.29	
Agua aprovechable (%)	18.72	4.37	3.30	3.39	3.28	3.73	
TEXTURA	Arena (%)	37.28	27.28	39.28	45.28	55.28	31.28
	Arcilla (%)	31.44	39.44	25.44	13.44	17.44	29.44
	Limo (%)	31.28	33.28	35.28	31.28	27.28	39.28
	Clasificación textural	Fr	Fr	F	F	Fa	Fr
CATIONES INTERCAMBIABLES	Capacidad de intercambio catiónico (me/100g)	35.40	52.00	no muestra	22.40	23.00	24.00
	Calcio (me/100g)	17.25	20.70	" "	11.50	9.40	12.60
	Magnesio "	10.35	3.45	" "	14.95	19.55	12.65
	Sodio "	5.98	4.60	" "	3.40	2.81	2.81
	Potasio "	0.85	2.83	" "	0.64	0.57	0.64
Materia orgánica (%)	0.75	2.07	0.69	0.41	0.34	0.69	
SUELOS	Conduct. elect. en el extracto de saturación, m/mhos/cm	0.74	0.90	0.63	0.50	0.58	0.44
	Cantidad de agua en el suelo saturación (%)						
pH en agua rel. (1:2)	8.3	7.7	8.7	8.5	8.4	8.1	
ANÁLISIS QUÍMICOS	Calcio (me/litro)	1.20	2.20	1.00	0.80	1.00	1.00
	Magnesio "	0.60	0.20	0.20	0.20	0.40	0.60
	Sodio "	5.60	6.60	5.60	4.00	4.40	2.60
	Potasio "						
	Carbonatos "	0.40	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40
	Bicarbonatos "	2.20	3.40	1.60	2.20	1.40	1.40
	Cloruros "	1.60	1.30	1.40	1.60	1.30	0.80
	Sulfatos "	3.20	3.40	3.40	2.30	2.90	1.70
	Horo P.b.s.l. (ppm)	7.00	7.50	7.50	7.00	6.50	3.50
	pH (Extracto de sal)						
IMPUREZAS	Fósforo aprovechable (ppm)						
	Carbonato de calcio (%)						
	Nitrógeno total (%)						

Clasificación por estructura Normal Normal Normal Normal Normal Normal

EL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS,
S M O C I C H 1142 Luav.

EL RESIDENTE DEL LABORATORIO.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

GISEL LILIAN VILLANOV M.

ING. RAFAEL ORTEGA MORALES
ING. FLORENTINO ALBAZ S.



SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
REPRESENTACION JALISCO
LABORATORIO DE SUELOS Y APOYO TECNICO
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA SANTIAGO

Guadalajara Jal. de Julio 27 de 1982

Nombre: HECTOR RAFAEL RUIZ Localidad: _____
 Estado: JALISCO Municipio: AMECA

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

Número de muestras	M-19	M-20	M-21	M-22	M-23	M-24
Profundidad (cm)	0-31	31-51	51-72	72-95	95-125	
Densidad real (g/cm ³)						
Densidad aparente (g/cm ³)						
Capacidad de campo (%)	9.39	6.67	9.21	9.93	8.20	
Punto de marchamiento permanente (%)	5.02	3.57	4.93	5.31	4.39	
Agua aprovechable (%)	4.37	3.10	4.28	4.62	3.81	
T E X T U R A	Arena (%)	45.28	93.28	21.28	25.28	31.28
	Arcilla (%)	39.44	5.44	57.44	47.44	33.44
	Limo (%)	15.28	1.28	21.28	27.28	35.28
Clasificación textural	Ra	A	R	R	Fr	
Capacidad de intercambio catiónico (me/100g)	37.40	21.00	49.60	53.00	39.60	
C A T I O N E S I N E S C A M B I A B L E	Calcio (me/100g)	14.95	6.90	19.40	20.70	18.49
	Magnesio "	18.40	6.90	16.11	14.95	10.35
	Sodio "	2.94	1.89	8.23	7.59	5.24
	Potasio "	1.52	0.57	1.35	1.26	0.92
	Materia orgánica (%)	1.72	0.20	1.03	1.45	0.75
Conductividad en extracto de saturación (d/mhos/cm)	0.40	0.32	0.45	1.15	0.65	
Capacidad de agua en el suelo a saturación (%)						
S O L U B I L I D A D E S	pH en agua rel. (1:2)	7.3	8.6	8.4	8.3	8.5
	Calcio (me/litro)	0.80	0.60	0.60	2.00	1.60
	Magnesio "	0.40	0.20	0.20	1.00	0.60
	Sodio "	2.80	1.80	3.70	7.50	6.90
	Potasio "					
	Carbonatos "	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40
	Bicarbonatos "	2.00	2.00	1.40	2.20	1.60
	Cloruros "	0.70	0.40	0.60	1.50	0.80
	Sulfatos "	0.80	0.80	2.10	5.40	5.30
	Boro P.S.I. (ppm)	4.25	5.00	5.50	7.50	8.00
O C U P A C I O N	pH (Extracto de sal)					
	Fósforo aprovechable (ppm)					
	Carbonato de calcio (%)					
	Nitrógeno total (%)					

Clasificación por salinidad Normal Normal Normal Normal Normal
 y conductividad
 EL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS. EL RESIDENTE DEL LABORATORIO
 I. S.M.H. I.C. C.I. CH. Icaav.

ING. ERNESTO VILLARDO V.

ING. ERNESTO VILLARDO V.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

ANEXO 2

COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO

RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.



SARH

LABORATORIO DE AGUAS

208

ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO

680

Muestra No. 1	Fecha Muestreo	Fecha Análisis 29/IV-3/V/82
Proyecto	EJIDO EL CALMANERO, MANTO FREATICO POZO No. 1	
Remitida por:	HECTOR RUIZ	
Municipio	ANECA	Estado JALISCO
pH		8.5
Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C		1150
Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C		1.15 (A)
Cationes Totales en meq/l		13.1 (B)
Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA)		0.43 (C)
Calcio en meq/l (EDTA)		0.28
Magnesio en meq/l (EDTA)		0.20
Potasio en meq/l (Flamometría)		0.09
Sodio en meq/l (Flamometría)		12.5
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)		25.5
Aniones Totales en meq/l = B		15.0
Cloruros en meq/l (mhor-Argentometría)		1.6
Sulfato en meq/l (Espectrofotometría) (Método turbidimétrico)		1.6
Carbonatos en meq/l (Warder-fenolftaleína)		0.0
Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo)		11.9
Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo)		0.0
Iones (CO ₃ + HCO ₃) en meq/l (Cálculo)		11.9 (D)
Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C.		11.4
Boro p.p.m. (Espectrofotometría) (Titulación Potenciométrica)		13.5
Clasificación del Agua		C ₃ -S ₄
Otras determinaciones		

Vo. Bo. El Residente

[Signature]

ING. FLORENTINO SANCHEZ S.

El Encargado del Laboratorio

[Signature]

T.O.A.A. MA. PAZ CORREA M.

leav.

Interpretaciones a la vuelta.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

ANEXO 2



COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO
 LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO
 RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.

LABORATORIO DE AGUAS

209 ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO 680

Muestra No.	2	Fecha Muestreo	Fecha Análisis	29/IV-3/V/82
Proyecto	EJIDO EL CAIMANERO JANTO FREATICO POZO No. 2			
Remitida por:	HECTOR RUIZ			
Municipio	ANECA	Estado	JALISCO	
pH				8.2
Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C				2800
Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C				2.8 (A)
Cationes Totales en meq/l				31.0 (B)
Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA)				7.04 (C)
Calcio en meq/l (EDTA)				4.2
Magnesio en meq/l (EDTA)				2.8
Potasio en meq/l (Flamometría)				0.27
Sodio en meq/l (Flamometría)				24.5
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)				13.1
Aniones Totales en meq/l = B				35.0
Cloruros en meq/l (mhor-Argentometría)				7.6
Sulfato en meq/l (Espectrofotométrica) (Método Turbidimétrico)				16.0
Carbonatos en meq/l (Warder-fenolfaleína)				0.0
Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo)				9.2
Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo)				0.0
Iones (CO ₃ + HCO ₃) en meq/l (Cálculo)				9.2 (D)
Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C.				2.2
Boro p.p.m. (Espectrofotométrica) Titulación Potenciométrica)				41.0
Clasificación del Agua				C ₄ -S ₄
Otras determinaciones				

Vo. Ro. El Residente

El Encargado del Laboratorio

[Signature]
 ING. FLORENTINO SANCHEZ S.

[Signature]
 T.O.A.A. MA. PAZ CORREA M.

Interpretaciones a la vuelta.

leav.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

ANEXO 2



COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO
 LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO
 RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.

LABORATORIO DE AGUAS

210 ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO 680

Muestra No. 3 Fecha Muestreo _____ Fecha Análisis 29/IV-3/V/82
 Proyecto EL CAIMANERO MANTO FRIATICO PCZO No. 3
 Remitida por: HECTOR RUIZ
 Municipio AMECA Estado JALISCO
 pH 8.1
 Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C 1000
 Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C 1.0 (A)
 Cationes Totales en meq/l 12.1 (B)
 Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA) 6.2 (C)
 Calcio en meq/l (EDTA) 3.5
 Magnesio en meq/l (EDTA) 2.7
 Potasio en meq/l (Flurometría) 0.2
 Sodio en meq/l (Flurometría) 5.7
 Relación de Adsorción de Sodio (RAS) 3.2
 Aniones Totales en meq/l = B 10.2
 Cloruros en meq/l (mhor-Argentometría) 1.2
 Sulfato en meq/l (~~Espectrofotométrico~~) (METODO TUBIDIMETRICO) 2.3
 Carbonatos en meq/l (Warder-fenoltaleína) 0.0
 Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo) 6.7
 Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo) 0.0
 Iones (CO₃ + HCO₃) en meq/l (Cálculo) 6.7 (D)
 Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C. 0.5
 Boro p.p.m. (~~Espectrofotométrico~~) (Titulación Potenciométrica) 3.1
 Clasificación del Agua C₃-S₁
 Otras determinaciones _____

Vo. Bo. El Residente

El Encargado del Laboratorio


 ING. FLORENTINO SANCHEZ S.


 T.O.A.A. MA. PAZ CORREA M.

Interpretaciones a la vuelta.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

ANEXO 2



COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO
 LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO
 RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.

LABORATORIO DE AGUAS

211 ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO 680

Muestra No. 4 Fecha Muestreo _____ Fecha Análisis 29/IV-3/V/82
~~XXXXX~~ EJIDO EL CAIMANERO MANTO FREATICO POZO No. 4
 Remitida por: HECTOR RUIZ
 Municipio AMECA Estado JALISCO
 pH 8.1
 Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C 1600
 Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C 1.6 (A)
 Cationes Totales en meq/l 19.3 (B)
 Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA) 8.4 (C)
 Calcio en meq/l (EDTA) 5.4
 Magnesio en meq/l (EDTA) 3.04
 Potasio en meq/l (Flamometría) 0.21
 Sodio en meq/l (Flamometría) 10.7
 Relación de Adsorción de Sodio (RAS) 5.2
 Aniones Totales en meq/l = B 15.3
 Cloruros en meq/l (mhór-Argentometría) 0.5
 Sulfato en meq/l (~~Espectrofotometría~~) (Método turbidimétrico) 7.1
 Carbonatos en meq/l (Warder-fenoltaleina) 0.0
 Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo) 7.7
 Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo) 0.0
 Iones (CO₃ + HCO₃) en meq/l (Cálculo) 7.7 (D)
 Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C. 0.0
 Boro p.p.m. (~~Espectrofotometría~~) (Titulación Potenciométrica) 16.2
 Clasificación del Agua C₃-S₂
 Otras determinaciones _____

Vo. Bo. El Residente

El Encargado del Laboratorio

ING. FLORENTINO SANCHEZ S.

T.O.A.A. MA. PAZ CORREA H.

leav.

Interpretaciones a la vuelta.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

ANEXO 2

COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO

RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.



LABORATORIO DE AGUAS

248 ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO 837

Muestra No. 2 Fecha Muestreo _____ Fecha Análisis 20-27/V/68
 Proyecto DREN DE APOYO EJIDO EL CRIMANERO
 Remitida por: HECTOR MILE
 Municipio AMECA Estado JAL.
 pH 7.3
 Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C 650
 Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C 0.65(A)
 Cationes Totales en meq/l 3.4 (B)
 Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA) 2.1 (C)
 Calcio en meq/l (EDTA) 1.3
 Magnesio en meq/l (EDTA) 0.8
 Potasio en meq/l (Flamometría) 0.25
 Sodio en meq/l (Flamometría) 3.2
 Relación de Adsorción de Sodio (RAS) 3.2
 Aniones Totales en meq/l = B 4.0
 Cloruros en meq/l (nihil-Argentometría) 0.6
 Sulfato en meq/l (Espectrofotometría) (Método turbidimétrico) 0.1
 Carbonatos en meq/l (Warder-fenolftaleína) 0.0
 Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo) 3.6
 Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo) 0.0
 Iones (CO₃ + HCO₃) en meq/l (Cálculo) 3.6 (D)
 Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C. 3.1
 Boro p.p.m. (Espectrofotometría) (Titulación potenciométrica) 10.3
 Clasificación del Agua C2-21
 Otras determinaciones _____

Vo. Bo. El Residente

El Encargado del Laboratorio

INS. FLORENTINO SANCHEZ S.

P. O. S. A. _____

Interpretaciones a la vuelta.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

ANEXO 2



COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO
 LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO
 RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.

LABORATORIO DE AGUAS

1099

356

ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO

Muestra No.	UNICA	Fecha Muestreo	Fecha Análisis	12-16/VII/82
DESCRIPCION	RIO SALADO CON NACIMIENTO EN EL BOSQUE DE LA PRIMAVERA			
Remitida por:	HECTOR RUIZ			
Municipio	ZAPOPAN	Estado	JALISCO	
pH				7.7
Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C				1,180
Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C				1.18 (A)
Cationes Totales en meq/l				10.0 (B)
Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA)				0.4 (C)
Calcio en meq/l (EDTA)				0.36
Magnesio en meq/l (EDTA)				0.04
Potasio en meq/l (Flamometría)				0.1
Sodio en meq/l (Flamometría)				9.4
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)				21.0
Aniones Totales en meq/l = B				12.7
Cloruros en meq/l (Inhor-Argentometría)				2.9
Sulfato en meq/l (Espectrofotométrico) x (METODO TURBIDIMETRICO)				0.13
Carbonatos en meq/l (Warder-fenolftaleína)				0.0
Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo)				9.7
Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo)				0.0
Iones (CO ₃ + HCO ₃) en meq/l (Cálculo)				9.7 (D)
Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C.				9.3
Boro p.p.m. (Espectrofotométrico) (TITULACION POTENCIOMETRICA)				40
Clasificación del Agua				(3-S ₄)
Otras determinaciones				

Vo. Bo. El Residente

El Encargado del Laboratorio

ING. FLORENTINO SANCIEZ S.

T. A. A. M. MAGDALENA DE LA PAZ C.

Interpretaciones a la vuelta.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

SUB-SECRETARIA DE PLANEACION
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION
 REPRESENTACION JALISCO
 COMITE TECNICO ASESOR DE LA CUENCA
 DEL LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

ANEXO 3

LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS
 Y APOYO TECNICO

Guadalajara, Jal. 25 AGOSTO de 1982

Nº DE ORDEN 1142

Nombre HECTOR RAFAEL RUIZ Localidad AMECA
 M-1 POZO 4 0-31
 M-2 " " 31-51
 M-3 " " 51-72
 M-4 " " 72-95
 M-5 " " 95-125
 Estado JALISCO Municipio _____

ANALISIS POR FUSION

DETERMINACION	M-1	M-2	M-3	M-4	
SI O ₂	61.78	68.54	57.70	58.22	61.80
Fe ₂ O ₃	4.40	4.22	5.04	5.80	5.70
Al ₂ O ₃	14.98	11.20	16.48	16.02	13.10
Ca O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₃					
Perdida a 1000 °C	11.33	6.13	45.92	44.82	12.30
Total	92.29	90.09	94.24	95.36	92.90

OBSERVACIONES _____

EL ENCARGADO DEL LABORATORIO

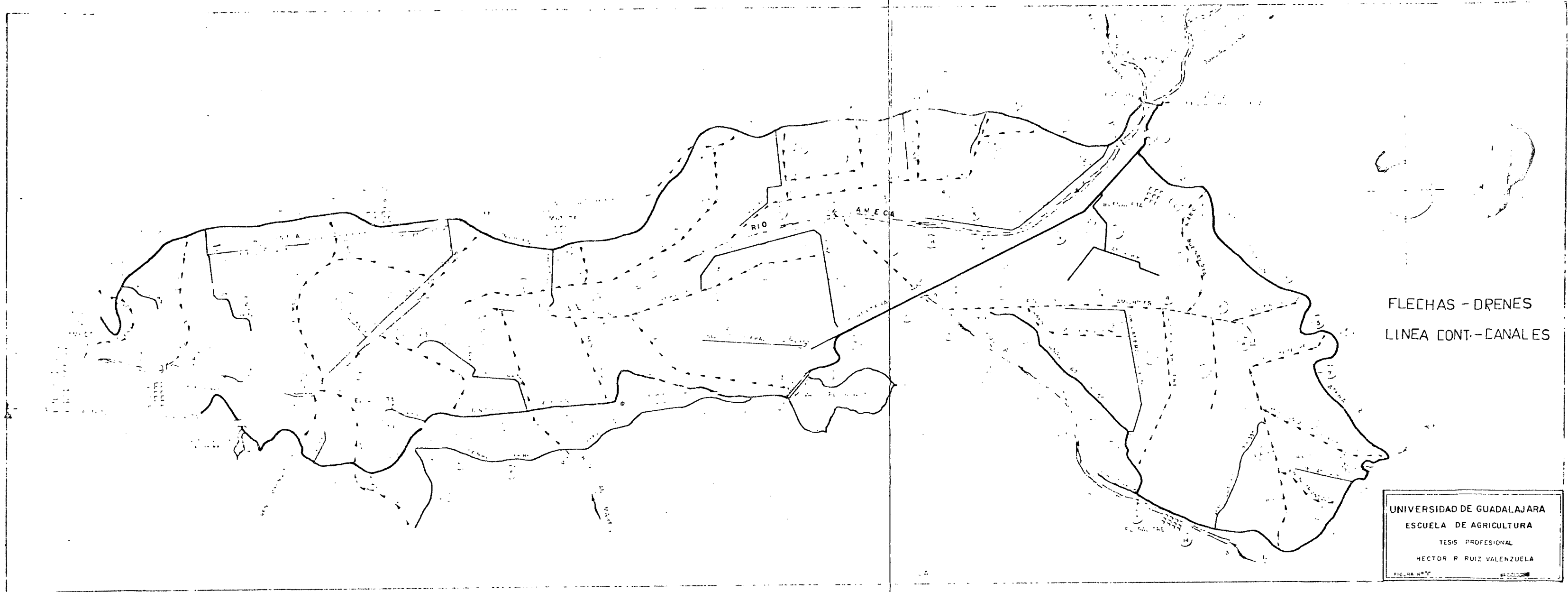
[Signature]

QUIM. LILIAN VILLARINO M.

EL RESIDENTE

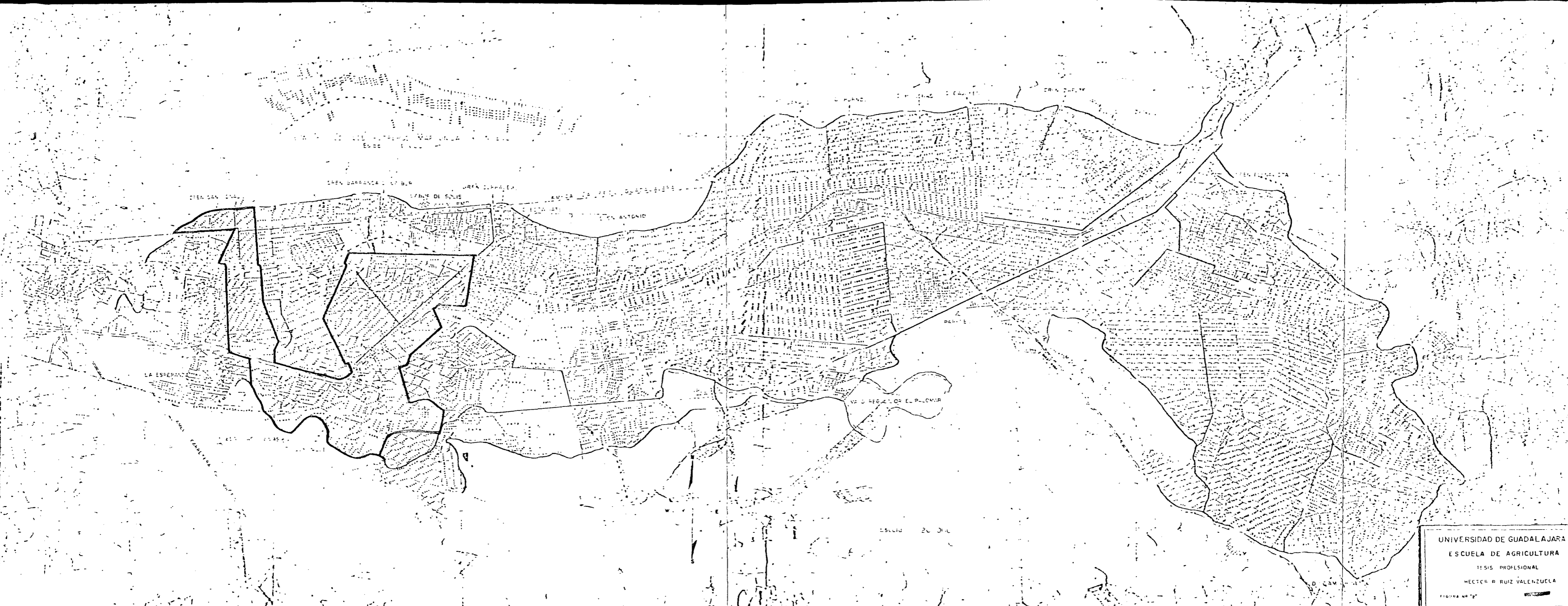
[Signature]

ING. FLORENTINO SANCHEZ S.
 XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX



FLECHAS - DRENES
LINEA CONT. - CANALES

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA
TESIS PROFESIONAL
HECTOR R. RUIZ VALENZUELA
FIG. Nº 1



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA
TESIS PROFESIONAL
HECTOR R. RUIZ VALENZUELA
FIGURA Nº 7ª



C.E.	PSI	
▲▲▲	▲▲▲	MENOR DE 4 MENOR DE 15 NORMAL
* * *	* * *	MAYOR DE 4 MENOR DE 15 SALINO
■ ■ ■	■ ■ ■	MAYOR DE 4 MAYOR DE 15 SALINO-SODICO
● ● ●	● ● ●	MENOR DE 4 MAYOR DE 15 SODICO

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 ESCUELA DE AGRICULTURA
 TESIS PROFESIONAL
 HECTOR R. RUIZ VALENZUELA
 ELAS SAL FIGURA 3*

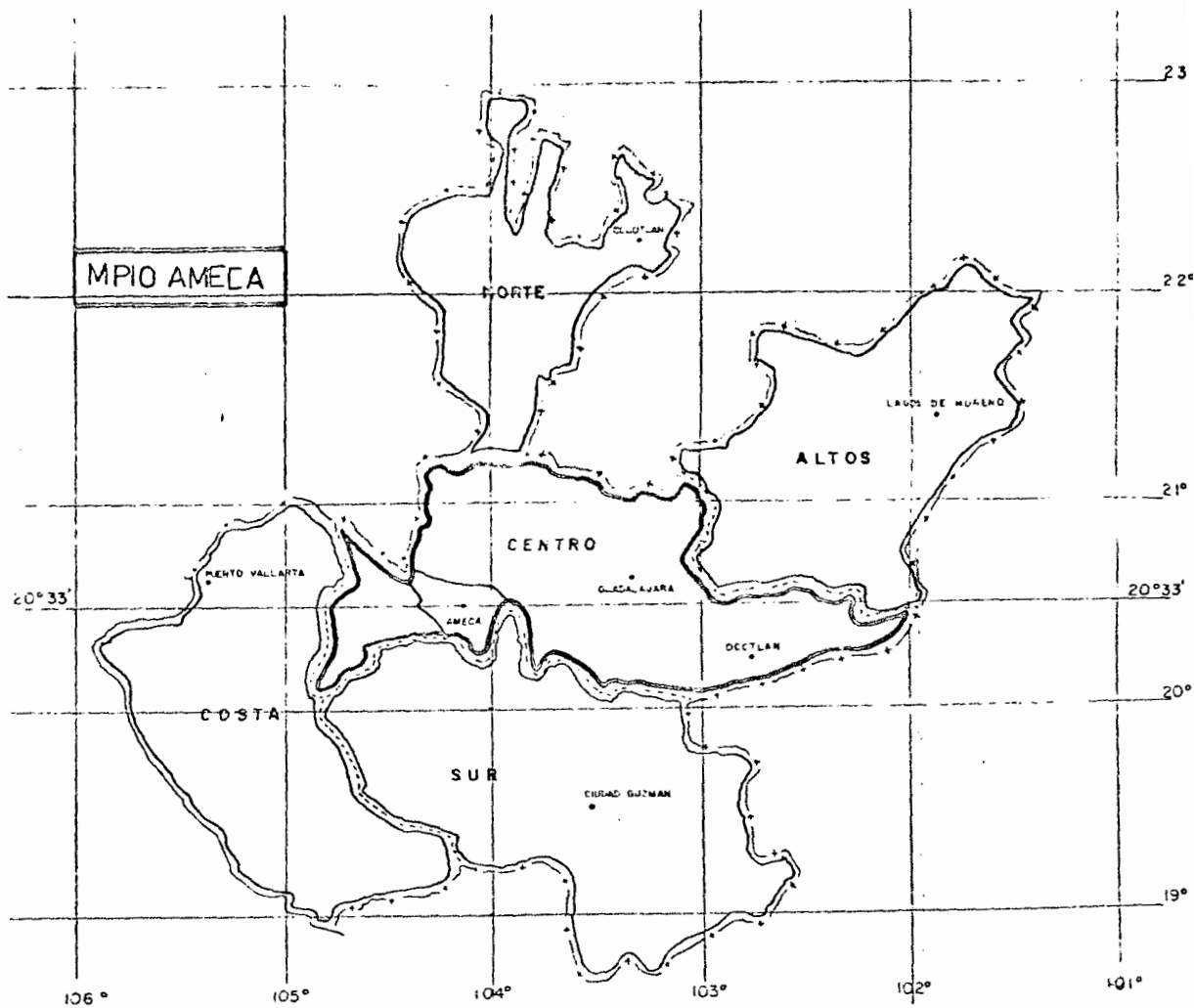


FIG No 4