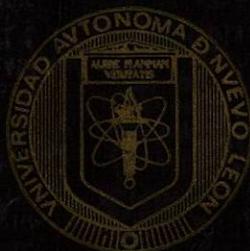


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE LA SALINIDAD Y SODICIDAD DEL SUELO  
EN EL AREA DE IRRIGACION DEL CAMPO  
EXPERIMENTAL DE MARIN, N. L.  
"FAUANL"

EXAMEN PRACTICO

FRANCISCO GUSTAVO AZUA LOPEZ

5  
MONTERREY, N. L.

OCTUBRE DE 1978

T  
S595  
A9  
C.1



1080060900

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE LA SALINIDAD Y SODICIDAD DEL SUELO  
EN EL AREA DE IRRIGACION DEL CAMPO  
EXPERIMENTAL DE MARIN, N. L.  
" F A U A N L "

EXAMEN PRACTICO

FRANCISCO GUSTAVO AZUA LOPEZ



AUDITORIA  
U. A. N. L.

MONTERREY, N. L.

OCTUBRE DE 1978

4750 *[Signature]*

T  
S595  
A9



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad



UANL  
FONDO

F. Tesis TESIS LICENCIATURA

0.40.631

FA2

1978

C.5

# I N D I C E

	PAGINA
1.- INTRODUCCION	
1.1.- Origen y naturaleza de los suelos salinos y sódicos.	1
1.2.- Propiedades de los suelos salinos y sódicos.	3
1.3.- Importancia de los suelos salinos y sódicos en la agricultura.	4
2.- REVISION DE LITERATURA	8
2.1.- Cultivos sensibles, tolerantes y resistencia a la salinidad de los suelos.	8
2.2.- Daños ocasionados al cultivo por excesos de sales.	9
2.3.- Mejoradores de los suelos salinos y sódicos.	11
2.3.1.- Tipos químicos	11
2.3.2.- Abonos orgánicos	12
2.3.3.- Prácticas Culturales para la Corrección de suelos salinos.	13
3.- MATERIALES Y METODOS	15
3.1.- Método del puente de weatstone -- con celda de inmersión; para determinación de $C.E.X10^3$	15
3.2.- Determinación de Ca. y Mg.	16

4.- RESULTADOS

4.1.- Tablas

1.- . . . . .	19
2.- . . . . .	21
3.- . . . . .	22
4.- . . . . .	24
5.- . . . . .	25

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 27

. . . . . 28

6.- BIBLIOGRAFIA 29

# INDICE DE CUADROS, TABLAS Y DIAGRAMAS

## CUADROS PAGINA

- 1 En el presente se muestran los cultivos tolerantes, semitolerantes y sensibles a las sales. 8

## TABLAS

- 1 Muestra la conductividad del extracto de saturación de las muestras de suelo y subsuelo del Campo Experimental de Marín, N.L., (zona de irrigación). F.A.U.A.N.L. 19
- 2 Muestra las determinaciones de (Ca + Mg.) en las muestras de suelo y subsuelo del Campo Experimental de Marín, N.L. (zona de irrigación). F.A.U.A.N.L. 21
- 3 Muestra las determinaciones de la concentración de sodio, en las muestras de suelo y subsuelo del Campo Experimental de Marín, N.L. (zona de irrigación) F.A.U.A.N.L. 22
- 4 Muestra las determinaciones de RAS y PSI en las muestras de suelo y subsuelo del Campo Experimental de Marín, N.L. (zona de irrigación). F.A.U.A.N.L. 24

- 5 Muestra la conductividad del extracto de saturación, porciento de sodio intercambiable (PSI) y el pH del suelo en las muestras de suelo y subsuelo del Campo Experimental de Marín, N.L. (zona de irrigación) F.A.U.A.N.L.

25

DIAGRAMA

26

- 1 Se incluye el diagrama para clasificar los suelos en las clases: Normal, Salino, Salino sódico y sódico.

## INTRODUCCION

### 1.1.- ORIGEN Y NATURALEZA DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS.

Los suelos afectados por exceso de sales se encuentran, en su mayor parte, en las zonas áridas y semiáridas del mundo de acuerdo con el mapa de Tannehill publicado en 1947, estas áreas generalmente se encuentran en los continentes dentro de las latitudes  $56^{\circ}$  sur y  $59^{\circ}$  norte y de las longitudes  $120^{\circ}$  oeste.

Cabe aclarar que los suelos afectados por salinidad no son exclusivos de las zonas áridas y semiáridas. Esta condición también existe en las zonas húmedas. En áreas adyacentes a las costas afectadas por fluctuaciones de mareas, lagos de agua salada, o lagos estuarios, ríos, arroyos y quebradas de aguas salobres. También ocurren en sitios de topografía baja, debido al manejo inadecuado de las aguas de riego o de lagos artificiales localizados en sitios mas altos. (1)

La mayor parte de las sales del suelo provienen del intemperismo de las rocas ígneas; el cloro y el azufre pueden además, provenir de la actividad volcánica y es poco común que se deriven de la intemperización de las rocas in situ.

Para la formación de un suelo salino se requiere primordialmente, que la evaporación exceda a la precipitación. En el caso de las áreas que reciben agua de escurrimiento o de riego la evaporación debe exceder a la suma de las precipitaciones incluidas aguas de irrigación, porque de lo contrario-

las sales serán lavadas del suelo, en área bajo riego cuyo drenaje es inadecuado, el manto freático puede elevarse y las sales ascender por capilaridad y acumularse en la superficie cuando el agua se evapora. (3)

"Suelo Salino", es aquel que contiene sales solubles en tal cantidad que alteran desfavorablemente su productividad. De igual manera los "suelos sódicos" pueden definirse en términos del efecto de sodio intercambiable en su productividad. Según esto, los suelos alcalinos pueden o no contener un exceso de sales solubles, así como de sodio intercambiables y que según la terminología de De Sigmond se denominan "Suelos Salino Sódicos".

El contenido de sales arriba del cual el crecimiento de las plantas es alterado, depende de ciertos factores, entre los cuales cabe mencionar la textura, la distribución de la sal en el perfil, la composición de la sal y la especie vegetal. Con el objeto de distinguir los suelos salinos de los no salinos se han sugerido ciertos factores arbitrarios relativos a salinidad Kearney y Scofield al discutir la selección de cultivos para suelos salinos, consideran que las plantas empiezan a ser afectadas de manera adversa en cuanto el contenido de sales en el suelo excede del 1%, y De Sigmond está de acuerdo con este límite. (4)

## 1.2.- PROPIEDADES DE LOS SUELOS SALINOS.

Los suelos salinos contienen sales de sodio, por lo común, cloruro y sulfato, y poseen una estructura flocculada se presentan muy a menudo en depresiones y la distribución de las sales varía con la estación. Durante la época seca presentan floriscencia blanca de cloruro o sulfato de sodio de donde se denomina el nombre de suelos alcalinos blancos. Durante la época de lluvias, las sales depositadas en la superficie son disueltas y temporalmente lavadas en profundidad hacia el nivel freático. (6)

El valor de pH. de estos suelos es de 8.5. o menos y el porcentaje de sodio intercambiable es menor de 15. Los suelos salinos tienen una estructura favorable debido a que sus coloides están altamente flocculados.

Los suelos salinos bajo riego se han desarrollado de diferentes formas: 1.- Las aplicaciones excesivas de agua han elevado el nivel freático lo suficiente para permitir la concentración de sales debida a la evaporación. 2.- La percolación de los canales y zanjas laterales con filtraciones, ocasiona altos niveles freáticos. 3.- El uso de agua de riego con alto contenido de sales causa la acumulación de éstas cuando:

a.- El drenaje es pobre, de manera que las sales no pueden ser eliminadas por lavado. b.- La aplicación de agua es tan limitada que las sales quedan en las zonas de raíces en lugar-

de ser lavadas. Si el agua contiene tal cantidad de sales de sodio que los coloides queden impregnados con éstas y la estructura favorable del suelo se destruya, se podrán originar suelos sódicos. (5)

### 1.3.- IMPORTANCIA DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS EN LA AGRI CULTURA.

Los problemas agronómicos que plantea la salinidad en -- los suelos afectan grandes áreas de EE.UU. Canadá, Australia, México, Hungría, Rusia, Bélgica, Holanda, Italia, España, -- Egipto, Mesopotamia, China, Nueva Zelandia, India, Pakistán, Venezuela, Perú, Colombia, Ecuador, Brasil, Chile, Argentina y la Rep. Dominicana, otros países son afectados en menor es  
cala. Hay interés mundial en adoptar sistemas científicos - para lixiviar las sales y sacar el sodio de estos suelos.

De acuerdo con la escala de clasificación recomendada -- por el laboratorio de salinidad de los EE.UU., los suelos se clasifican en 4 grupos, suelo normal, suelo salino, suelo sa  
lino-sódico y suelo sódico.

En la República Mexicana, según recopilación del Ing. Ro  
dolfo Chena González, en marzo 7 de 1959, tomados de la Se--  
cretaría de Recursos Hidráulicos, un área de 1,693,177 hectáre  
as que cubre los distritos de riego se encuentran catalogado  
s en la siguiente forma:

<u>CLASIFICACION DE SUELOS</u>	<u>HECTAREAS</u>
Normales . . . . .	942,850
Salinos . . . . .	484,452
Salinos Sódicos . . . . .	145,032
Sódicos . . . . .	120,844

Los suelos salinos y sódicos tienen enorme importancia en la agricultura en virtud de que afectan la germinación y el crecimiento de las plantas y la humedad disponible para las mismas.

Los campos de suelos salinos y sódicos, cuyo margen de salinidad y contenido de sodio permiten el crecimiento de cultivos bajo riego, tienen generalmente manchas diseminadas donde las plantas se ven marchitas, raquílicas o muertas. Muchas de las plantas en estas áreas consisten de especies resistentes a la salinidad. Los sitios pelados impiden la germinación de semillas debido a concentraciones de sales depositadas por nivelación, por riego o drenaje inadecuados.

Frecuentemente se observa que las plantas que se siembran en terrenos adyacentes a áreas sin vegetación crecen con vigor y carecen de síntomas de deficiencias. Esto ocurre generalmente en los sitios altos del microrelieve del terreno donde hay mejor drenaje y las sales han sido lixiviadas, los sitios bajos del campo con desague restringido son generalmente improductivos debido a la acumulación de sales. (1)

Por otra parte las sales solubles del suelo tienen efecto en la humedad disponible para las plantas según aumenta la concentración de sales en el suelo la planta sufre por carencia de humedad. La evidencia experimental indica que el aumento de la presión osmótica debido a las sales solubles del suelo, disminuye el poder de absorción de agua por las raices de las plantas.

Hay un factor adicional que ejerce influencia similar este es la tensión por la humedad del suelo producida por la atracción molecular de la superficie de las partículas del suelo. Esta tensión aumenta al secarse el suelo y adelgazar se las partículas de agua que rodean sus partículas. La ---planta tiene que contrarrestar el esfuerzo, producido por la suma de las tensiones debido a la presión osmótica y a la --tensión por la humedad del suelo, para absorber agua. El --crecimiento de la planta es una función de ambas tensiones; a esta suma se le denomina esfuerzo total por la humedad del suelo. (1)

Otro efecto de las sales solubles del suelo en las plantas lo constituye en los iones específicos para su crecimiento. Los iones que se encuentran frecuentemente en exceso en los suelos salinos son: El cloruro, el sulfato, el bicarbonato y los de sodio, magnesio y a veces de boro, los iones de potasio y nitrato son menos frecuentes. La tolerancia de diferentes especies de plantas por sales parece estar rela--

cionada con el poder específico que tienen algunas de ellas por la absorción de iones y los requisitos de nutrición. También hay diferencia marcada entre las especies para la cantidad de iones de sodio y de cloro que pueden acumular sin producir efecto tóxico. En los suelos salinos, los iones de sodio y el cloro se producen en concentraciones altas y la alta presión osmótica de la solución del suelo obscurece los efectos tóxicos en los rendimientos y calidad de las cosechas. (1)

2.1.- CULTIVOS SENSIBLES, TOLERANTES Y RESISTENTES A LA SALINIDAD DE LOS SUELOS.\*

Biblioteca Agronomía UANI

Cuadro 20.—Tolerancia<sup>1</sup> Relativa de las Cosechas a las Sales<sup>1</sup>

Frutas			Otras cosechas			Vegetales			Forrajes		
Tolerantes	Semi-tolerantes	Sensibles	Tolerantes	Semi-tolerantes	Sensibles	Tolerantes	Semi-tolerantes	Sensibles	Tolerantes	Semi-tolerantes	Sensibles
Dátil	Granada Higo Olivo Uva Melón	Pera Manzana Naranja Toronja <sup>2</sup> Ciruela Almendra Albaricoque <sup>2</sup> Melocotón <sup>2</sup> Fresa <sup>2</sup> Limón Aguacate <sup>2</sup>	CE × 10 <sup>3</sup> = 16 Cebada (grano) Remolacha <sup>2</sup> Algodón	CE × 10 <sup>3</sup> = 10 Centeno (grano) Trigo (grano) Avena (grano) Arroz Sorgo Maíz de campo Lino Girasol <sup>2</sup> Higuereta <sup>2</sup>	CE × 10 <sup>3</sup> = 4 Habichuela <sup>2</sup>	CE × 10 <sup>3</sup> = 8 Remolacha Kali Espárrago Espinaca	CE × 10 <sup>3</sup> = 5 Tomate Brécol Repollo Coliflor Lechuga Maíz dulce Papas Batatas <sup>2</sup> y ñames Pimiento, Bell Zanahorias Cebolla Guisantes Calabaza Pepinillo	CE × 10 <sup>3</sup> = 3 Rábano Apio Frijo <sup>2</sup> verde	CE × 10 <sup>3</sup> = 12 <i>Sporobolus airoides</i> <i>Distichlis stricta</i> <i>Puccinellia nuttalliana</i> <i>Cynodon dactylon</i> (yerba Bermuda) <i>Agropyron elongatum</i> <i>Chloris gayana</i> (yerba Rhodes) <i>Elymus canadensis</i> <i>Agropyron smithii</i> <i>Festuca arundinacea</i> <i>Hordeum vulgare</i> (heno de cebada) <i>Lotus corniculatus</i>	CE × 10 <sup>3</sup> = 6 <i>Melilotus alba</i> (trébol blanco) <i>M. officinalis</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Bromus marginatus</i> <i>Phalaris tuberosa</i> <i>Elymus triticoides</i> <i>Trifolium fragiferum</i> <i>Paspalum dilatatum</i> <i>Sorghum sudanese</i> (yerba Sudán) <i>M. alba</i> var. <i>annua</i> <i>Medicago sativa</i> (alfalfa) <i>Secale cereale</i> (heno de centeno) <i>Triticum aestivum</i> (heno de trigo) <i>Avena sativa</i> (heno de avena) <i>Dactylis glomerata</i> <i>Bouteloua gracilis</i> (grama azul) <i>Festuca elatior</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Lotus uliginosus</i> <i>Bromus inermis</i> <i>Arrhenatherum elatius</i> Astragalus, especies de <i>Melilotus indica</i> (trébol amargo) CE × 10 <sup>3</sup> = 3	CE × 10 <sup>3</sup> = 3 <i>Trifolium repens</i> (trébol Danés) <i>Alopecurus pratensis</i> <i>T. hybridum</i> <i>T. pratense</i> (trébol rojo)  <i>T. repens</i> (trébol Ladino)  <i>Sanguisorba minor</i>
			CE × 10 <sup>3</sup> = 10	CE × 10 <sup>3</sup> = 6		CE × 10 <sup>3</sup> = 5	CE × 10 <sup>3</sup> = 3	CE × 10 <sup>3</sup> = 2	CE × 10 <sup>3</sup> = 6		CE × 10 <sup>3</sup> = 2

<sup>1</sup>Tomado del Manual 60 del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (1954, p. 67) y de Bernstein (1958, 1959), y: Hayward y Bernstein (1958).

<sup>2</sup>Toronja o pomelo; albaricoque o damasco; melocotón o durazno; fresa o frutilla; aguacate o paltos; remolacha o betarraga azucarera; girasol o maravilla; habichuela, frijol, o porotos; batatas, camotes o boniato. El aceite de castor se produce de la semilla de la higuereta.

Nota: El presente cuadro fue tomado de Edafología de los suelos Salinos y Sódicos de Juan A. Bonnet P. 175

## 2.2.- DAÑOS OCASIONADOS AL CULTIVO POR UN EXCESO DE SALES.

Cuando un cultivo se desarrolla en suelos salinos, las plantas usualmente presentan achaparramientos con una variabilidad considerable en su tamaño, el follaje es de color verde azul profundo y se ven manchones sin plantas, sin embargo éstas características no son indicaciones infalibles de salinidad, por ejm.: Los manchones sin plantas pueden presentarse en terrenos no salinos debido a su nivelación deficiente, lo cual resulta en riego inadecuado; por otra parte el desarrollo retardado y el color anormal pueden ser debidas a deficiencias nutritivas.

La extensión y frecuencia de manchones desnudos en muchas áreas, se pueden tomar como un índice de la concentración de sales en el suelo. Debido a que la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación, que en las últimas etapas de desarrollo, los manchones son más bien indicadores de salinidad alrededor de la semilla, durante su germinación, que del estado general de salinidad del perfil del suelo. (4)

Los suelos sódicos tienen efectos perjudiciales sobre las plantas, ya que la reacción altamente sódica debida a la presencia del carbonato de sodio y la gran cantidad de sodio adsorbido limita la disponibilidad de diversos elementos, especialmente hierro, manganeso y fósforo en los suelos sódicos.

cos, así mismo, la solución del suelo sódico tiene una acción corrosiva sobre la corteza de las raíces y los tallos.

Algunas especies desarrollan áreas necróticas características, así como quemaduras en las puntas y en los márgenes de las hojas, cuando crecen en suelos salinos, muchos frutales de hueso, aguacate, toronja y algunas de las variedades del algodón menos tolerantes de sales pertenecen a esta categoría.

El enrollamiento de las hojas es una manifestación común de la deficiencia de humedad en las plantas, pero estos síntomas pueden ser indicativos de salinidad cuando ocurren en presencia de una humedad del suelo aparentemente adecuada. Sin embargo otros factores que causan mal funcionamiento del sistema radicular, tales como enfermedades de la raíz y mantos freáticos elevados, pueden producir síntomas foliares similares.

Deben tenerse precauciones para evitar la confusión entre los efectos debidos a baja fertilidad del suelo y aquellos causados por salinidad, las plantas achaparradas debido a baja fertilidad, son comunmente verde amarillentas, mientras que las achaparradas por efecto de salinidad, son característicamente verde azulosas, de espesor poco común, sobre la superficie de las hojas y el color más obscuro se debe a un incremento en el contenido de clorofila por uni-

dad de superficie foliar, sobre la base de peso verde la remolacha, las crucíferas (Col, Mostaza, y especies relacionadas), alfalfa, algunos tréboles, pastos y otros cultivos generalmente desarrollan una coloración verde-azulosa notable, cuando crecen en suelos salinos. (5)

### 2.3.- MEJORADORES DEL SUELO

#### 2.3.1.- TIPOS QUIMICOS.

Los agentes químicos que se usan como enmiendas para desplazar el sodio son de 3 tipos: Sales cálcicas solubles como el cloruro calcio y el yeso,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ácidos o sales o compuestos que forman ácidos como el azufre, el ácido sulfúrico, el sulfato de aluminio, cal-azufre o polisulfuro de calcio  $\text{CaS}_5$  y la vinaza o residuos de destilación de alcohol y finalmente sales cálcicas de baja solubilidad que pueden contener también sales de magnesio, como la piedra de carbonato cálcico o dolomita molida.

La clase y cantidad del agente químico que debe usarse como enmienda para el desplazamiento del sodio intercambiable del suelo sódico depende del contenido de calcio y pH del suelo del tiempo o rapidez con que se desee desplazar el sodio y del costo de la enmienda por unidad de calcio soluble que done esta al suelo, directa o indirectamente, reaccionando con el calcio del suelo.

El yeso y el azufre son los agentes químicos que se usan

frecuentemente como enmiendas para la desodización de los sue los sódicos. (1)

### 2.3.2.- ABONOS ORGANICOS.

Generalmente los suelos salinos y sódicos de las regiones áridas, son pobres en materia orgánica y conviene añadir esta, como enmienda para reducir la evaporación en la superficie -- del suelo, ayudar a la conservación de agua en la zona radi-- cal y aumentar la tolerancia de las sales de la cosecha.

La paja de caña, bagaso y cachaza por su abundancia, composición química y precio relativamente bajo son enmiendas or gánicas de importancia en comparación con otros productos or gánicos.

Los resultados obtenidos en un experimento de lixiviación en un campo de suelos salino-sódico, de textura limosa donde se incorporó bagazo, demostraron la efectividad de esta enmienda orgánica para desplazar el sodio y lixiviar las sales so lubles.

Por lo que respecta a la cachaza seca los datos indican - que contiene un promedio de 39.50% de materia orgánica, 2.19% de N, 2.77% de  $P_2O_5$  y 3.05% CaO, que le imparten valor como - fertilizante. El alto porcentaje de materia orgánica y el -- contenido de calcio de la cachaza ayudan a la restauración de los suelos salinos sódicos. (1)

### 2.3.3.- PRACTICAS CULTURALES PARA LA CORRECCION DE SUELOS SALINOS.

El primer paso para la corrección de los suelos salinos es instalar drenes para lavar las sales solubles. La necesidad relativa de drenaje se puede predecir determinando la altura del nivel freático y la permeabilidad de los diferentes horizontes del suelo. A menudo son necesarias instalaciones especiales de drenaje para interceptar el agua que se filtra de los canales de riego o de los terrenos adyacentes. Los drenes deben instalarse para mantener el nivel freático a una profundidad mayor de aproximadamente 1.80 m. ocasionalmente no es posible mantener el nivel freático aún a profundidades tan pequeñas como 1.80 m. pero donde se permiten niveles más elevados, deben usarse precauciones especiales para evitar que la sal suba a la zona de las raíces de las plantas.

El segundo paso en la corrección de los suelos salinos, es lavar las sales añadiendo un exceso de agua al suelo para que mucha de ella lo atraviese y drene por la zona de las raíces, con el objeto de que sea efectiva para eliminar las sales, cuando menos el 10% o más de agua añadida debe salir por los drenes.

El cultivo puede también facilitar el lavado, cuando las raíces o residuos que se incorporan, hacen más permeable al suelo. Deberá elegirse un cultivo que se adopte a las condiciones húmedas y que tolere la sal.

Generalmente no es aconsejable arar la tierra antes de -- las operaciones de lavado, a menos de que haya sido necesario nivelar algo el terreno y que no esté en condiciones de que -- scan plantados los cultivos. A menudo resulta benéfico que -- la tierra se seque entre los períodos de lavado. Durante el -- secado, se forman grietas que sirven de canales para que pene -- tre el agua, tratando la superficie con aplicaciones libera -- les de estiércol grueso o introduciendo con arados en el te -- rreno buenos cultivos de abonos verdes se consiguen conservar la superficie del suelo abierta y formar conductos para la -- entrada del agua. (7)

## MATERIALES Y METODOS

- 1) Puente de Wheatstone con celda de inmersión
- 2) Vasos de precipitado de plástico de 400 ml.
- 3) Espátulas
- 4) Vidrios de reloj
- 5) Matrases para vacío
- 6) Embudos buchner
- 7) Bombas de vacío o trompas para vacío
- 8) Papel filtro N° 40
- 9) Balanza granataria.

### 3.- METODO DEL PUENTE DE WHEATSTONE CON CELDA DE INMERSION PARA LA DETERMINACION DE LA C.E.X. $10^3$ .

#### Preparación de la pasta saturada.

- 1° Pesar 200 gr. de suelo (secado al aire libre y pasado por un tamiz N° 20), y se pone en un vaso de precipitado de plástico.
- 2° Agregar agua destilada hasta saturación mezclando con una espátula y golpeando ligeramente contra la mesa de trabajo. Mídase y anótese el volúmen de agua usado.

A saturación aparece agua en la superficie del suelo, la cual, refleja la luz, al inclinar el recipiente no debe escurrir agua, tomando un poco de suelo con la espátula y poniendo esta vertical sobre el vaso, el suelo debe escurrir ligeramente dejando limpia la espátula excepto en sue

los arcillosos.

- 3º Después de obtener la pasta de suelo saturado, se cubre el recipiente con un vidrio de reloj y se deja reposar durante la noche. (12 horas).

#### Extracto de Saturación.

- 1º Se pone un papel filtro (Whatman 40), en un embudo Buchner, el cual ha sido colocado sobre un matraz para vacío.
- 2º Se vacía la pasta saturada de suelo en el embudo Buchner.
- 3º Se aplica vacío hasta que en la superficie del suelo aparezcan grietas o comience a pasar aire a través de la pasta. Si el filtrado es turbio se vuelve a pasar por el suelo ó se elimina.
- 4º Se transfiere el filtrado a un frasco limpio, seco y numerado, tapándolo con tapón de hule.

#### Determinación de la conductividad eléctrica del extracto de saturación.

La conductividad eléctrica se determina en el puente de Wheatstone utilizando una celda de conductividad de pipeta (con una constante de celda específica).

Hay equipo de conductividad con características de diseño en el puente y en la celda de acuerdo con las sugerencias

del laboratorio de salinidad de los EE.UU., especialmente -- para uso con extracto de saturación. La celda de conductividad tiene una constante de  $0.5.\text{cm}^{-1}$  con esta celda, en la -- escala del puente se lee directamente de 0.10 a 10 mmhos/cm.

El puente se opera con corriente alterna y tiene ojo mágico para el boton indicador. Tiene también un compensador-manual para temperatura y cuando el indicador compensador se pone a  $25^{\circ}\text{C}$  la conductividad que se obtiene para la solución está referida a dicha temperatura.

En este laboratorio se usa un puente Wheatstone con una-escala de 0.10 a 10 mmhos/cm a  $25^{\circ}\text{C}$ .

### PROCEDIMIENTO

1º Una vez que se ha obtenido el extracto de saturación de-acuerdo con la forma que se explicó, con un termometro - se toma la temperatura del extracto.

2º Se conecta y se prende el aparato.

3º Se enjuaga la celda con la solución que se va a medir si se dispone de muy poca muestra, la celda se puede lavar-con acetona y ventilarse hasta que se seque.

La celda debe mantenerse sumergida en agua destilada --- cuando no se use.

4º Se sumerge la celda de conductividad con el extracto de -

suelo ó solución problema.

- 5º El botón indicador de temperatura se mueve hasta el valor de temperatura que nos dió el extracto.
- 6º Se mueve el botón indicador de la escala del puente hacia atrás y hacia adelante hasta que el segmento obscuro (sombra del ojo mágico llegue a su mayor amplitud, entonces se considera que el puente esta balanceado y se leen los mmhos/cm. a 25°C en la escala correspondiente).

Para correcciones por temperatura cuando el puente no tiene compensador de temperatura y para determinaciones de las constantes de las celdas ver "Diagnóstico y rehabilitación de los suelos salinos y sódicos." (2)

TABLA 1.- CONDUCTIVIDAD DEL EXTRACTO DE SATURACION DE LAS --  
MUESTRAS DE SUELO Y SUBSUELO DEL CAMPO EXPERIMEN--  
TAL DE MARIN, N.L. (ZONA DE IRRIGACION) F.A.U.A.N.L.

		<u>C.E.X10<sup>3</sup> en</u> <u>Milimhos/cms25°C</u>	<u>C.E.X10<sup>6</sup> en</u> <u>Micromhos/cms.</u>
MUESTRA N° 1	SUELO	0-30 = .67	670
	SUBSUELO	30-60 = 1.58	1,580
MUESTRA N° 2	SUELO	0-30 = .90	900
	SUBSUELO	30-60 = 1.50	1500
MUESTRA N° 3	SUELO	0-30 = 1.0	1000
	SUBSUELO	30-60 = 1.48	1480
MUESTRA N° 4	SUELO	0-30 = .57	570
	SUBSUELO	30-60 = 1.19	1190
MUESTRA N° 5	SUELO	0-30 = 1.33	1330
	SUBSUELO	30-60 = 2.90	2900

## DETERMINACION DE Ca y Mg

MATERIALES

Pipeta

Matrases erlenmeyer

Probeta Graduada

Bureta Automática

Indicador Ericromo Negro

Solución amortiguadora de cloruro de amonio e hidroxido de Amonio

Etilen Diamino Tetracetato (versenato)

METODOS

Determinación de (Ca + Mg). Se toma una alicuota (10Mls) que no contenga más de .1 m.e. de calcio y de magnesio se diluye aproximadamente 25 ml y se añaden 10 gotas de solución amortiguadora de cloruro de amonio e hidroxido de amonio; 3 ó 4 gotas de indicador Exicromo negro y se titula con Etilen Diamino Tetracetato (versenato).

El cambio de color es de Rojo, vino a azul o verde, no debe observarse tinte rojizo al llegar al punto de vire. Cálculos: m.e./Lto. de (Ca + Mg) = Ml usados de Etilen Diamino Tetracetato por normalidad de Etilen Diamino Tetracetato por 1000/ml de alicuota.

TABLA 2.- DETERMINACIONES DE (Ca + Mg) EN LAS MUESTRAS DE SUELO Y SUBSUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE MARIN, N.L. (ZONA DE IRRIGACION). F.A.U.N.A.N.L.

				<u>(Ca + Mg)</u> <u>m.e./Lto.</u>
MUESTRA N° 1	SUELO	0-30	=	5.8
	SUBSUELO	30-60	=	11.8
MUESTRA N° 2	SUELO	0-30	=	7.9
	SUBSUELO	30-60	=	11.0
MUESTRA N° 3	SUELO	0-30	+	8.5
	SUBSUELO	30-60	=	11.0
MUESTRA N° 4	SUELO	0-30	=	5.4
	SUBSUELO	30-60	=	9.8
MUESTRA N° 5	SUELO	0-30	=	12.0
	SUBSUELO	30-60	+	26.3

TABLA N° 3.- DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE Na EN LAS-  
MUESTRAS DE SUELO Y SUBSUELO DEL CAMPO EXPERI-  
MENTAL DE MARIN, N.L. (ZONA DE IRRIGACION) F.A.  
U.A.N.L. POR MEDIO DE LA FORMULA.

---


$$\text{Na} = (\text{C.E.X } 10^6 / 100) - (\text{Ca} + \text{Mg})$$


---

				<u>Na (m.e./Lto).</u>
MUESTRA N° 1	SUELO	0-30	=	0.9
	SUB-SUELO	30-60		4
MUESTRA N° 2	SUELO	0-30	=	1.1
	SUBSUELO	30-60	=	4
MUESTRA N° 3	SUELO	0-30	=	1.5
	SUBSUELO	30-60	=	3.8
MUESTRA N° 4	SUELO	0-30	=	0.3
	SUBSUELO	30-60	=	2.1
MUESTRA N° 5	SUELO	0-30		1.30
	SUBSUELO	30-60	=	2.7

---

DETERMINACIONES DE LA RELACION DE LA ADSORCION DE SODIO (RAS)  
Y EL PORCIENTO DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI)

Relación de adsorción de sodio.- Una relación para extracto del suelo y aguas de irrigación, que se usa para expresar la actividad relativa de iones de sodio en reacciones de intercambio con el suelo.

$$RAS = \sqrt{\frac{Na^+}{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

donde las concentraciones de iones se expresan en miliequivalentes por litro. (4)

Porcentaje de sodio intercambiable.- Grado de saturación con sodio del complejo de intercambio:

se calculó con la fórmula: (5)

$$PSI = \frac{100 \left\{ (RAS) (0.01475) - 0.0126 \right\}}{1 + \left\{ (RAS) (0.01475) - 0.0126 \right\}}$$

TABLA 4.- DETERMINACIONES DE (RAS) Y (PSI) EN LAS MUESTRAS-  
DE SUELO Y SUBSUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE MA-  
RIN, N. L. (ZONA DE IRRIGACION) F.A.U.A.N.L.

		(RAS)	(PSI)
MUESTRA N° 1	SUELO	0-30 = 0.529	0.497
	SUBSUELO	30-60 = 1.647	1.080
MUESTRA N° 2	SUELO	0-30 = 0.555	0.444
	SUBSUELO	30-60 = 1.705	1.235
MUESTRA N° 3	SUELO	0-30 = 0.727	0.189
	SUBSUELO	30-60 = 1.620	1.107
MUESTRA N° 4	SUELO	0-30 = 0.182	0.990
	SUBSUELO	30-60 = 0.948	0.129
MUESTRA N° 5	SUELO	0-30 = 0.530	0.398
	SUBSUELO	30-60 = 0.744	0.169

TABLA 5.- CONDUCTIVIDAD DEL EXTRACTO DE SATURACION DE PORCIENTO DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI); Y EL pH DEL SUELO EN LAS MUESTRAS DE SUELO Y SUBSUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE MARIN, N.L. (ZONA DE IRRIGACION) F.A.U.A.N.L.

		C.E. X 10 <sup>3</sup> en MMHOS/CMS 25°C		(PSI)	pH
MUESTRA N° 1	SUELO	0-30 =	.67	0.497	8.5
	SUBSUELO	30-60 =	1.58	1.080	8.3
MUESTRA N° 2	SUELO	0-30 =	.90	0.444	8.2
	SUBSUELO	30-60 =	1.50	1.235	8.3
MUESTRA N° 3	SUELO	0-30 =	1.0	0.189	8.2
	SUBSUELO	30-60 =	1.48	1.107	8.2
MUESTRA N° 4	SUELO	0-30 =	1.57	0.990	8.4
	SUBSUELO	30-60 =	1.19	0.129	8.3
MUESTRA N° 5	SUELO	0-30	1.33	0.398	8.2
	SUBSUELO	30-60	2.90	0.169	8.1

\* El pH se determinó en el laboratorio de la F.A.U.A.N.L. con un potenciómetro Corning modelo 610-A la relación agua suelo fué 2:1

Diagrama 1

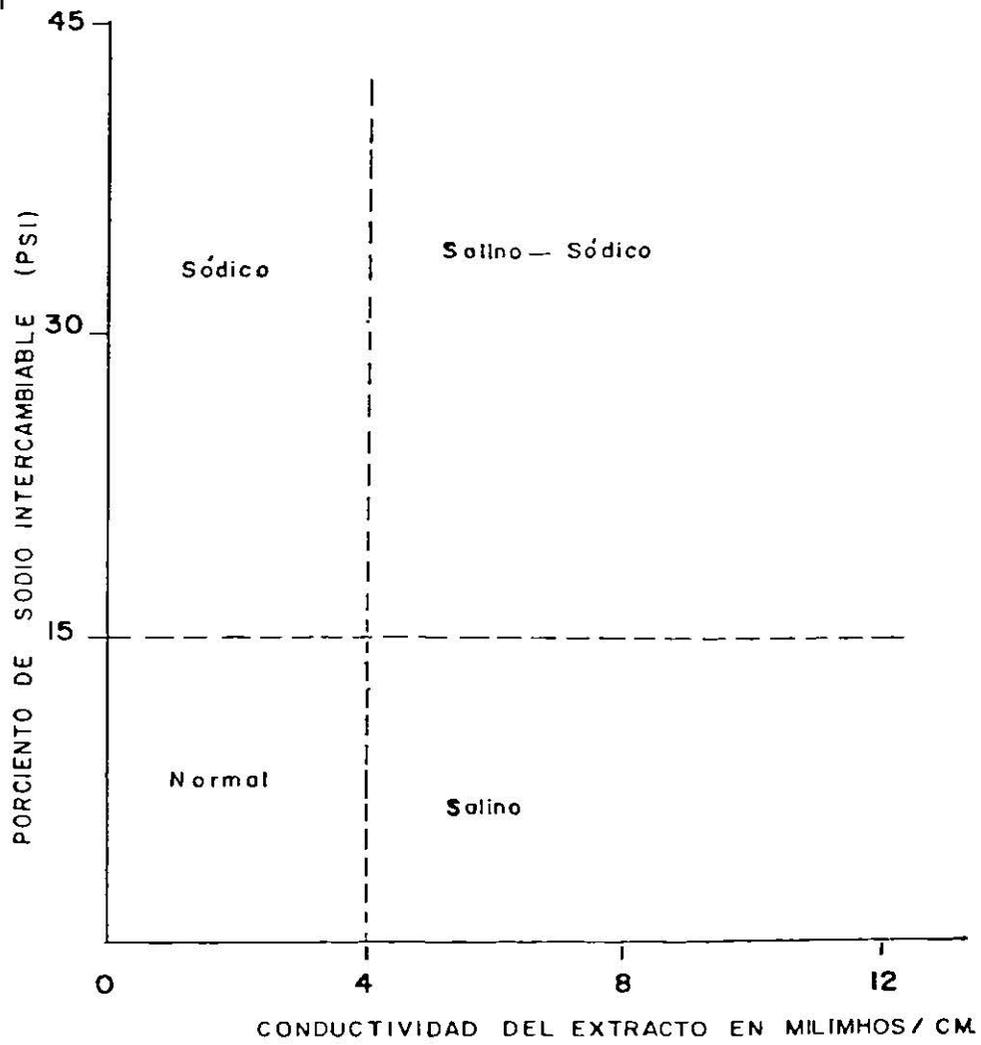


FIG. 19.—Diagrama para clasificar los suelos en las clases: Normal, salino, salino-sódico y sódico. (1)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos de la F.A.U.A.N.L., se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Que los suelos muestreados del área de irrigación del Campo Experimental de Marín, N.L., de la F.A.U.A.N.L., en su totalidad reportaron valores de C.E.X10<sup>3</sup> y P.S.I., los cuales caen dentro de la categoría de suelos normales según el diagrama mostrado en el Diagrama N° 1 .
- 2.- Se observó que en las determinaciones de sales (C.E.X10<sup>3</sup>) en todas las muestras realizadas, las concentraciones de sales fué siempre mayor en el sub-suelo que en el suelo.- Dicho fenómeno se considera bastante normal debido al efecto de lixiviación provocado por el agua del riego o de lluvia. Sobre todo si se considera que las muestras fueron tomadas después de que en la zona se habían registrado fuertes precipitaciones pluviales.
- 3.- En lo referente al (PSI) se puede observar, que el sub-suelo, era ligeramente mayor su (PSI) respecto al suelo.- Sin embargo esto cambia en las muestras N° 4 y N° 5 pues en el suelo es ligeramente mayor el (PSI) respecto al sub-suelo debido quizás a que en estos suelos donde se muestreó la humedad captada en su perfil se estaba perdiendo por evaporación, elevando un poco el (PSI) en los primeros 30cms.

- 4.- Se recomienda se efectúen investigaciones de este mismo-tipo, haciendo énfasis en una secuencia de tiempo para - analizar si hay variación del contenido de sales con respecto a las distintas épocas del año.

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

- 1.- BONNET, J.A. Edafología de los suelos salinos y sódicos. Río Piedras, Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, 1960. 337 p.
- 2.- CARMONA, G. Manual de laboratorio para Edafología y fertilidad del suelo. S.L. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, 1976. p. irr.
- 3.- CAJUSTE, L.J. Química de suelos con un enfoque agrícola.- Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1977. 278 p.
- 4.- E.U.A. Departamento de Agricultura servicio de investigaciones agrícolas. Investigaciones sobre conservación de suelo y agua. Suelos salinos y sódicos. Trad. por Nicolás Sánchez Durón y otros. 6 ed. México, Limusa, 1973, 172 p.
- 5.- FOTH, H.D. y TURK, L.M. Fundamento de la ciencia del suelo Trad. de la 5 ed. en inglés por Juan Nava Díaz. -- México, Continental, 1975. 527 p.
- 6.- ROBINSON, G.W. Los suelos; su origen, constitución y clasificación, introducción a la Edafología, Trad. por José Luis Amoros. 2 ed. Barcelona, Omega, 1976. 515 p.
- 7.- THORNE, D.W. y PETERSON, H.B. Técnica del riego fertilidad y explotación de los suelos. trad. por José Luis Lepe, México, Continental, 1975. 496 p.

