

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

CARACTERIZACION QUIMICA DE LOS SUELOS DE LAS
UNIDADES "LA SAUCEDA" Y "LOS ARENALES" DEL
MUNICIPIO DE URES, SONORA.

T E S I S

Alba Gloria Olea Moreno

AGOSTO DE 1988

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

CARACTERIZACION QUIMICA DE LOS SUELOS DE LAS UNIDADES
" LA SAUCEDA " Y " LOS ARENALES " DEL MUNICIPIO DE
URES, SONORA.

T E S I S

Sometido a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganaderia.

de la
Universidad de Sonora
por

ALBA GLORIA OLEA MORENO

Como requisito para obtener
el titulo de Ingeniero Agrónomo
con especialidad en Irrigación.

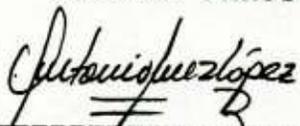
Agosto de 1988

Esta tésis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular, aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del Grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:
IRRIGACION

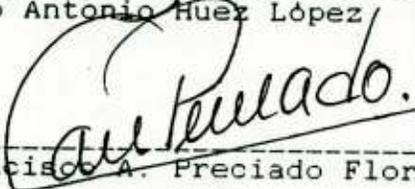
CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:



M.C. Marco Antonio Huez López

CONSEJERO:



Ing. Francisco A. Preciado Flores

CONSEJERO:



Dr. José Castillo Gurrola

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

A la Universidad de Sonora, en especial a la Escuela de Agricultura y Ganaderia por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios.

Al M.C. Marco Antonio Huez López, mi agradecimiento por la dirección y revisión del presente trabajo, por sus consejos y su apoyo moral, sea este un reconocimiento a su gran labor como maestro.

Al Ing. Francisco Antonio Preciado Flores, por su valiosa ayuda para la realización del muestreo de suelos.

Al Dr. José Castillo Gurrola, por la revisión del presente trabajo.

A la Q.B. Rosa Ana Maytorena, por su colaboración en la realización de los análisis químicos.

Al Ing. Carlos Jesús Arias, por su colaboración invaluable.

Al L.M. José María Bravo Tapia, por su apoyo constante.

A todas las personas que de una o de otra manera colaboraron para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA.

A mis padres

Les dedico mi esfuerzo.

A mis hermanos

Maria Teresa, Fernando, Ana, Ramon Angel, Norma, Mayra,

Elsa Patricia y Francisco.

Quienes de una u otra manera me alentaron a mi superación.

A Luis José

Por su amor y comprension, porque siempre has estado
conmigo.

A mis amigas Paty Avila y Beatriz Garcia

Porque con ellas formé esta etapa de mi vida.

C O N T E N I D O

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. LITERATURA REVISADA	3
I. El Origen de los Suelos Salinos	3
I.1. El Intemperismo y la Formación del suelo ..	3
I.2. Paisajes Geoquímicos.....	4
I.3. Salinización y Desalinización del Paisaje .	6
I.4. Principales Elementos y Compuestos Químicos, en los Suelos Afectados por Sales	7
II. Evaluación de la Reserva de Sales en los Suelos	10
II.1. Muestreo de Suelos Salinos	10
II.2. Extractos Acuósos	14
II.3. Determinación de la Salinidad del Suelo ..	19
III. Clasificación de los Suelos Salinos	22
IV. Mapeo de Suelos Salinos	30
3. MATERIALES Y METODOS	32
4. RESULTADOS	39
5. CONCLUSIONES	43
6. RECOMENDACIONES	45
7. BIBLIOGRAFIA	46
8. APENDICE	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Acumulación de sales en aguas y suelos en relación con las condiciones naturales (Kovda 1980).	8
2	Categorías de migración (movilidad) de los elementos.	9
3	Tipos de salinidad de los suelos.	28
4	Contenido y composición de sales en los suelos de diferentes tipos de salinidad.	29
5	Temperaturas medias mensuales (C), de la zona de estudio en Ures, Sonora.	35
6	Precipitaciones medias mensuales (mm), de la zona de estudio en Ures, Sonora.	36
7	Evaporaciones totales mensuales (mm), de la zona de estudio en Ures, Sonora.	37
8	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 1	50
9	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 2	50
10	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 3	50
11	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 4	51
12	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 5	51
13	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 6	51
14	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 7	52
15	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 8	52

16	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 9	el extracto	52
17	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 10	el extracto	53
18	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 11	el extracto	53
19	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 12	el extracto	53
20	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 13	el extracto	54
21	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 14	el extracto	54
22	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 15	el extracto	54
23	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 16	el extracto	55
24	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 17	el extracto	55
25	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 18	el extracto	55
26	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 19	el extracto	56
27	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 20	el extracto	56
28	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 21	el extracto	56
29	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 22	el extracto	57
30	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 23	el extracto	57
31	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 24	el extracto	57
32	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 25	el extracto	58
33	Contenido de sales solubles en acuoso suelo:agua 1:5: pozo 26	el extracto	58

34	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 27	58
35	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 28	59
36	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 29	59
37	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 30	59
38	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 31	60
39	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 32	60
40	Contenido de sales solubles en el extracto acuoso suelo:agua 1:5: pozo 33	60

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		pág.
1	Influencia del contenido de humedad sobre las sales en solución (a) y la cantidad de sales en solución (b) para una sal completamente soluble y una sal relativamente insoluble, respectivamente. La posición relativa de las curvas no tiene significancia.	18
2	Localización del área de estudio.	34
3	Plano de distribución de los diferentes tipos y grados de salinidad.	50
4	Distribución de la composición de las sales solubles determinadas en el extracto suelo-agua 1:5. Pozo 33	61
5	Distribución de la composición de las sales solu determinadas en el extracto suelo-agua 1:5. Pozo 7	62
6	Distribución de la composición de las sales solu determinadas en el extracto suelo-agua 1:5. Pozo 18	63
7	Distribución de la composición de las sales solu determinadas en el extracto suelo-agua 1:5. Pozo 20	64
8	Distribución de la composición de las sales solu determinadas en el extracto suelo-agua 1:5. Pozo 21	65

RESUMEN

El conocimiento del estado y riesgos de salinización de los suelos es evaluado en una área de aproximadamente 9 km² de importancia agrícola en la región de Ures, Sonora.

En esta región se presentan condiciones climáticas e hidrogeológicas especiales que han propiciado la acumulación de sales en sus suelos, lo que ha provocado una situación difícil para la explotación agropecuaria.

Se ha utilizado una evaluación de la salinidad sobre la base del contenido de iones en el extracto acuoso 1:5, tomando en cuenta la clasificación de suelos salinos utilizada en los Proyectos de Mejoramiento de Suelos Salinos en la URSS.

Los tipos y grados de salinidad que se exponen fueron seleccionados del estudio efectuado en 33 perfiles del suelo y representan las principales características de la salinidad del suelo que se encuentran en esta zona.

Los tipos de salinidad que predominan son principalmente la clorhídrica-sulfática y la clorhídrica, y en menor grado, la sulfática y la sulfática-clorhídrica.

Se establece que los procesos de salinización de los suelos son promovidos principalmente por el mesorrelieve (diferencias en altitud de 1 a 2 m), y la evaporación de las soluciones ascendentes del agua subterránea.

INTRODUCCION

La investigación teórica y práctica que esta siendo hecha en el campo de los suelos afectados por sales es esencial para la explicación de los procesos de salinización y alcalinización que hacen que vastas y extensas áreas sean inadecuadas para la agricultura. El incremento en la demanda de alimentos hacen de esta explicación y del desarrollo de su sistema de utilización óptima de estos territorios, imperativo.

Los procesos de salinización y alcalinización estan estrechamente relacionados a factores geológicos, geoquímicos, climatológicos y biológicos cuya influencia se refleja en los suelos, afectando principalmente sus propiedades y fertilidad.

La predicción y prevención de la salinidad y alcalinidad en los suelos requiere un estudio cuidadoso de todo los factores mencionados anteriormente y elaborar medidas agronómicas, hidrotécnicas, químicas y otras para mejorar y recuperar las áreas afectadas por sales .

En México, con el desarrollo de la irrigación, se ha presentado el ensalitramiento de los suelos bajo riego debido a que las causas y efectos de este proceso no fueron bien entendidos. En la actualidad, aproximadamente un 30%

del area bajo riego, principalmente en las zonas áridas y ²
semiáridas, tienen problemas de ensalitramiento .

En un estudio realizado por Carrasco (1987), en la zona comprendida de la presente investigación, evidenció problemas de salinidad derivados de las características hidrogeológicas del lugar y de la utilización de aguas de riego que se encuentran condicionadas a su utilización en el agricultura (Tipos C2-S1 y C3-S1 en casi toda el área segun la Clasificación de Wilcox). (4)

De acuerdo con lo anterior, los objetivos de la presente investigación son:

- Realizar un muestreo de suelos e identificar los problemas de ensalitramiento.
- Caracterizar estos problemas mediante un mapa salino que muestre el tipo y grado de salinidad de los suelos.

LITERATURA REVISADA

I. EL ORIGEN DE LOS SUELOS SALINOS

El suelo, como cualquier otra formación natural, representa un sistema dinámico donde una serie de cambios toma lugar constantemente los cuales estan relacionados a su composición, propiedades y condiciones de energía. La combinación de estos cambios es llamado el proceso de formación del suelo. El proceso de formación del suelo es una parte del ciclo de la materia y la energía, que ocurre entre la capa atmosférica, las capas superficiales de la litósfera, aguas subterráneas y organismos vivientes. Es de hecho una realidad que parte del ciclo constituido por la combinación del fenómeno de transformación y translocación de la materia y energía toma lugar en las capas superficiales de la corteza del intemperismo. (21)

I.1. El intemperismo y la formación del suelo.

De acuerdo con Dokuchaev, citado por Vilenskii (1967), "Las numerosas variaciones en los procesos de formación del suelo y la gran variedad de material que es intemperizado son responsables de la gran variedad de tipos de suelos, los cuales estan conectados, por una serie de formas transicionales y son completamente distintos unos de otros".

4

El componente mineral del suelo es alterado durante la formación del suelo por el intemperismo, formando nuevos minerales. (29)

Parte de los productos del intemperismo permanecen en el lugar donde se han originado, y constituyen el llamado "eluvio". Otra parte es transportada y depositada a grandes o pequeñas distancias. En ambos casos, los productos del intemperismo forman la capa superficial de la litósfera la cual es llamada "corteza del intemperismo ". En el primer caso la corteza es residual y en el segundo es deposicional. (22)

I.2. Paisajes geoquímicos.

Los productos del intemperismo y formadores del suelo que circulan sobre el continente han estado sujetos a ciertas diferenciaciones territoriales llamadas también paisajes geoquímicos que son caracterizados por ciertos complejos específicos derivados de las diferentes solubilidades de los compuestos químicos.

Estos productos eventualmente forman un flujo geoquímico continuo dirigido de las estructuras montañosas a las colinas, valles, bajíos y océanos. (17)

Dos ideas tuvieron efecto en la proposición de Polynov para el estudio del paisaje: 1) el concepto de "tipos elementales de paisajes" y 2) la noción de la movilidad

relativa de los elementos químicos en el medio ambiente.

De acuerdo a Polynov (1951), hay tres tipos elementales de paisajes que pueden presentarse juntos en la misma área de una región: Hay paisajes eluviales en los cuales el nivel freático esta siempre o casi siempre por debajo de la superficie; paisajes super-acuáticos en los cuales la superficie y el nivel freático coinciden y paisaje acuático en el cual la materia sólida esta por debajo de una capa de aguas como en lagos y rios. (8)

Perel'man (1961), proporcionó la siguiente definición del paisaje geoquímico, basado en las premisas de Polynov : "Un paisaje geoquímico es una asociación paragenética de paisajes elementales conjugados interconectados por la migración de elementos". Los cambios en la composición y naturaleza de los paisajes elementales eluviales son acompañados por cambios en los paisajes super-acuáticos y acuáticos. (2)

La geoquímica del paisaje esta relacionada con la absoluta y parcial abundancia de los elementos y compuestos químicos y como circulan en el paisaje.

Kozlovskiy (1972), describió en términos generales los modelos de flujo que ocurren para los productos químicos y sustancias en los paisajes. El reconoció tres tipos de

flujos. El "principal ciclo de migración" tiene un ⁶ movimiento predominantemente vertical. El "flujo geoquímico del paisaje" que se refiere al continuo flujo de materia a través del paisaje y puede incluir la modificación química o física del paisaje como resultado de la remoción de la materia o de la adición de la materia en el paisaje. Cuando la materia es removida o agregada de un paisaje particular, un "flujo extra-paisaje" resulta.

En algunos paisajes donde hay un cambio en las condiciones locales, ciertos elementos pueden acumularse y otros ser preferencialmente removidos debidos a una combinación de procesos mecánicos, físicos, químicos o biológicos, trabajando juntos o individualmente. Tales cambios en las condiciones locales son llamados "barreras geoquímicas" y son de fundamental importancia y práctica en la geoquímica del paisaje.(8)

I.3. Salinización y desalinización del paisaje.

Considerando que las sales solubles se acumulan en los suelos, depósitos continentales, aguas, atmósfera y organismos, se propone hablar sobre salinización de un paisaje en su totalidad o de su desalinización. Se dice que un paisaje se saliniza cuando es característica la acumulación de sales solubles, participación activa de las sales en el ciclo biológico y en las migraciones acuosas.

(11)

De acuerdo con Kovda, V.A. (1946), "Los procesos de acumulación de sales en aguas y suelos salinizados obedecen a una zonalidad, Cuadro 1. (17)

I.4. Principales elementos y compuestos químicos en los suelos afectados por sales.

De los numerosos compuestos salinos encontrados en cantidades variables en diferentes suelos, consideramos solamente los principales tipos los cuales inducen la formación de suelos salinos y alcalinos.

Los principales elementos, combinaciones de los cuales dan origen a la formación de suelos salinos, son Ca, Mg, K, Na, Cl, S, C, N, B, y I. Aunque, Cu, Zn, y B normalmente se acumulan, en microcantidades, en los suelos salinos. (28).

Polynov, B.B. (1937), describió ideas sobre el movimiento de los elementos en los paisajes. Esta movilidad relativa de los elementos y iones en los paisajes la basó comparando la composición promedio de las rocas ígneas y la composición química del residuo mineral de las aguas de ríos. (8)

Según Fersman A.E. (1937), citado por Kovda, en la migración de compuestos en la corteza terrestre y suelos están los procesos de solubilización, extracción de iones

CUADRO 1. Acumulación de sales en aguas y suelos en relación con las condiciones naturales (Kovda, 1980).

Condiciones	mineralización máxima de las aguas, g/l.			Cantidad máxima de sales solubles horizontes superficiales del suelo, %.	sales características
	Rios	Subter.	Lagos		
Desiertos	20-90	200-220	350-450	15.0-25.0	NaCl NaNO ₃ MgCl ₂
Estepa desértica	10-30	100-150	300-350	5.0-8.0	NaCl Na ₂ SO ₄ CaSO ₄ MgSO ₄
Estepa	3 - 7	50-100	100-250	2.0-3.0	Na ₂ SO ₄ NaCl Na ₂ CO ₃
Estepa boscosa	0.5-1.0	1.0-3.0	10-100	0.5-1.0	Na ₂ CO ₃ Na ₂ SO ₄ Na ₂ SiO ₄

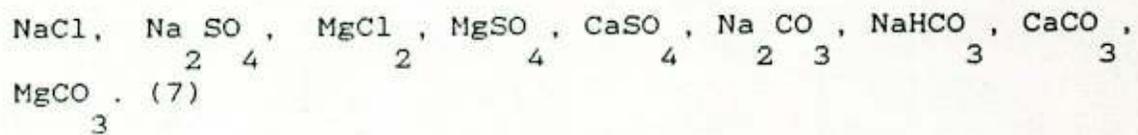
de los minerales durante la intemperización y los procesos de precipitación y acumulación de estos en determinadas condiciones físico-geográficas. (17)

Polynov y Kovda dividieron a los elementos en cinco categorías de acuerdo a su movilidad durante el intemperismo y a su capacidad de migración.

Cuadro 2. Categorías de migración (movilidad) de los elementos.

1.- Virtualmente no lavables	Si del cuarzo.
2.- Ligeramente lavables	Fe, Al, Si.
3.- Lavables	Si, P, Mn.
4.- Altamente lavables	Ca, Na, K, Mg, Cu, Zn.
5.- Muy altamente lavables	Cl, Br, I, S, C, B.

La participación absoluta y relativa de los elementos en la formación de los suelos y aguas naturales salinas será mayor, entre mas alto sea la categoría de migración de estos elementos. Los elementos de la cuarta y quinta categoría de migración formarán los principales compuestos que contribuirán a la acumulación de sales contemporánea:



II.- EVALUACION DE LA RESERVA DE SALES EN LOS SUELOS.

Las áreas de las zonas áridas son carecterizadas por una amplia distribución de suelos salinizados. Las propiedades genéticas y productivas de estos suelos estan determinadas en muchos aspectos por la cantidad y composición de las sales solubles. En vista de esto, la evaluación de la reserva de sales solubles en los suelos salinizados es uno de los factores más importantes para entender la génesis de estos y las formas de recuperarlos.

(23)

La primer tarea importante del estudio de la salinidad del suelo es un examen detallado de un distrito dado, y si es posible una región entera, desde el punto de vista geológico e hidrogeológico para ilustrar si los suelos poseen un almacenamiento relativamente permanente de sales o por otro lado, uno temporalmente variable. En el último caso, las causas, cursos y posibles rangos de entrada y remoción de sales deben ser determinadas.

La segunda etapa del trabajo consiste de un detallado "mapa salino" cuantitativo que muestre la composición y cantidad de sales determinada por el análisis de los extractos acuosos. (1)

II.1.- Muestreo de suelos salinos.

La investigación de los suelos en las regiones áridas

esta gobernada por dos factores principales: primeramente ¹¹ la amplia distribución de suelos salinizados en varios grados; y, segundo, el hecho de que muchos de estos suelos son irrigados.

Un estudio cuidadoso de la dinámica de las sales en el suelo es necesario para desarrollar métodos para controlar la salinización. (10)

Si se desea tener una evaluación general de la salinidad de un área determinada, el contenido medio de sal de cierto número de muestras proporciona un magnífico índice de salinidad y la forma como varía dicho índice indica lo que se encuentra en el campo. (20)

El propósito de cualquier muestreo de suelos es obtener la información necesaria acerca de un suelo particular. La información puede ser no representativa dependiendo de como es seleccionada la muestra.

En los suelos afectados por sales, la variación y la heterogeneidad parece ser la regla más que la excepción. Si el muestreo de estos suelos nos da una representación adecuada de las condiciones sobre un área dada, la naturaleza de las variaciones de las sales deben ser consideradas.

Cuando se muestrean los suelos afectados por sales, las variaciones de las sales deben ser tomadas en cuenta al

evaluar tal variación. Estas variaciones incluyen:

- a) La naturaleza moteada de los suelos afectados por sales.
- b) La distribución vertical y horizontal de los diferentes tipos de sales dentro de los diferentes estratos del suelo y el efecto del microrrelieve.
- c) El efecto del agua subterránea (profundidad y salinidad).
- d) La variación estacional.
- e) La relación humedad del suelo-sales. (6)

Selección del sitio de muestreo.

Los estudios de salinidad se dividen según la precisión y forma en que se realicen, de acuerdo al objetivo que se persiga.

De acuerdo con De la Peña, los estudios que comunmente se realizan se dividen en:

- a) Estudios de salinidad de caracter general.
- b) Estudios de salinidad "detallados" o "parcelarios".

Los primeros se llevan a cabo a efecto para separar a todas las áreas con problemas de sales y detectar en forma general su "afectación salina" y los segundos son estudios de mayor grado de exactitud, con caracter parcelario y solución a nivel usuario.

Cuando la superficie por muestrear es de entre 100 y

1000 ha, recomienda un pozo por cada 10 ha. (5)

En un trabajo realizado por Llerena y Palacios (1977), donde mediante un programa de computadora y usando 535 datos de salinidad obtenidos en una superficie ensalitrada de 20 ha ubicada en el Distrito de Riego No.41, Río Yaqui, Sonora, se generaron diferentes esquemas de muestreo y recomiendan realizar 0.75 sitios por ha o cuando la parcela es de tamaño pequeño, menor de 10 ha, se recomienda muestrear cuando menos en 5 sitios (1 muestra por cada 2 ha). (18)

Profundidad de muestreo.

Ha sido encontrado conveniente calcular las reservas de sales para capas de diferentes espesores: 0-25 cm (horizontes superior), 0-50 cm (la principal zona radical), 0-100 cm, 0-200 cm, 0-3 m, 0-5 m, etc. También puede ser conveniente determinar la acumulación de reservas de sales por capas individuales, por ejemplo, de 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm, etc. Algunas veces es necesario determinar las reservas acumuladas de sales no desde la superficie al fondo, sino del fondo a la superficie, desde el nivel freático, ya que cuando asciende, el agua subterránea disolverá y conducirá hacia arriba, la reserva de sales situadas por encima del nivel freático. Tal análisis diferenciado de reservas de sales hará posible entender mejor su origen y las diferencias en la química a

diferentes profundidades. Permitiran tambien un mejor pronóstico de posibles concentraciones, composición y posibles reacciones químicas entre las sales en los periodos cuando hay un movimiento hacia abajo (exceso de riego, precipitación) y en el periodo cuando el nivel del agua subterránea este ascendiendo.

Es particularmente importante evaluar las reservas de sales del agua subterránea misma. Debe tenerse en mente que solamente el agua capilar y el agua libre del horizonte acuifero poseen la capacidad de disolver sales. (16)

II.2.- Extractos acuosos

Las propiedades de un suelo se determinan por los resultados de los análisis. Por esto es muy importante tomar la muestra de suelo correctamente y prepararla con destreza para su análisis.

La mayor parte de los análisis se hacen con muestras de suelo secado al aire, desmenuzado en un mortero y tamizado a través de una malla de 1 mm.

Para ciertas variedades de análisis se requieren muestras recién tomadas en el campo, sin someterlas a desecación; en otros casos se necesitan muestras sin desmenuzarlas previamente.(13)

Para evaluar los compuesto salinos en los suelos se utiliza extractos acuosos obtenidos en diferentes

relaciones suelo:agua. (27)

Un extracto acuoso de un suelo salino es una solución de sales resultante de la adición de una cantidad dada de agua destilada a una cantidad dada de suelo. (13)

Si el propósito es correlacionar la concentración de sales solubles con el desarrollo de la planta, el extracto debe ser obtenido a un contenido de humedad similar a aquel donde las plantas se desarrollan. Si el propósito es seguir los cambios en el contenido de sales con el tiempo o el efecto de un tratamiento dado sobre el "status" de la salinidad, la solución del suelo debe ser extraída a un contenido de humedad mucho mayor. (6)

La determinación en los extractos acuosos son la base para investigar a los suelos salinos. estos permiten establecer el grado y caracter de la salinidad.

Aunque en principio, la evaluación de las sales en los suelos puede realizarse en diferentes relaciones suelo:agua, las más usadas son 1:0.2- 0.6 y 1:5. Sobre estas relaciones es necesario señalar que, cada una puede ser usada en un momento determinado, de acuerdo con el problema de estudio, presentan ventajas y desventajas. Por esto, es necesario estudiar los procesos que se llevan a cabo cuando las reservas se analizan con una u otra

relación, que permitan conocer los factores que tienen influencia en la determinación. (27)

En los suelos no salinos el contenido de sales solubles oscila entre centésimas y décimas de porcentaje, mientras en los salinos, las sustancias extraíbles en la solución acuosa pueden alcanzar varias unidades en porcentajes. (14)

Actualmente, la técnica más popular es la de obtener el extracto de una pasta saturada de agua (extracto de saturación). Una desventaja de utilizar el extracto de saturación es que debe ser utilizada filtración al vacío, mientras que la filtración ordinaria o centrifugación puede ser usada cuando los niveles de humedad son más altos. Por otro lado, entre más grande es la cantidad de agua utilizada para obtener el extracto, más grande es la dificultad de hacer inferencias respecto a la salinidad de la solución del suelo en el campo.

Los extractos acuosos en la relación 1:5 extraen sales que se encuentran en los suelos en estado soluble y parcialmente de aquellas que están en estado sólido.

De tal manera que, entre mayor sea la relación suelo-agua, mayor será la extracción de compuestos por unidad de peso de suelo, como resultado de una solubilización de sales débilmente solubles y desplazamiento de las bases

adsorbidas, que debido a las reacciones de intercambio con las bases de las soluciones pasan a la solución. (9)

Todas las sales pueden ser consideradas, por conveniencia, como solubles o relativamente insolubles.

Para las sales solubles (ejemplo, NaCl, CaCl₂, Na₂SO₄, etc), la cantidad total de sales será independiente del contenido de agua; sin embargo la concentración de sales solubles disminuirá con el incremento del contenido de acuerdo al simple proceso de dilución.

Las sales relativamente insolubles [ejemplo, CaCO₃, CaMg(CO₃)₂, CaSO₄.2H₂O] seguirá el principio del producto de solubilidad. La concentración (actividad) de estas sales permanecerá constante conforme la cantidad de agua aumente; sin embargo, la cantidad de sales aportadas a la solución conforme el contenido de agua aumenta será proporcional al contenido de agua, esto es, la cantidad de sales aumentará proporcionalmente al contenido de agua (asumiendo un exceso de fase sólida). Si es agregada suficiente agua para disolver la fase sólida, entonces en presencia de incrementos adicionales de humedad, las curvas que representan la solubilidad de las sales relativamente insolubles se comportaran en una manera similar a aquellas de una sal soluble.

El efecto del contenido de humedad sobre la composición iónica del extracto es resumida cualitativamente en la figura 1. (13)

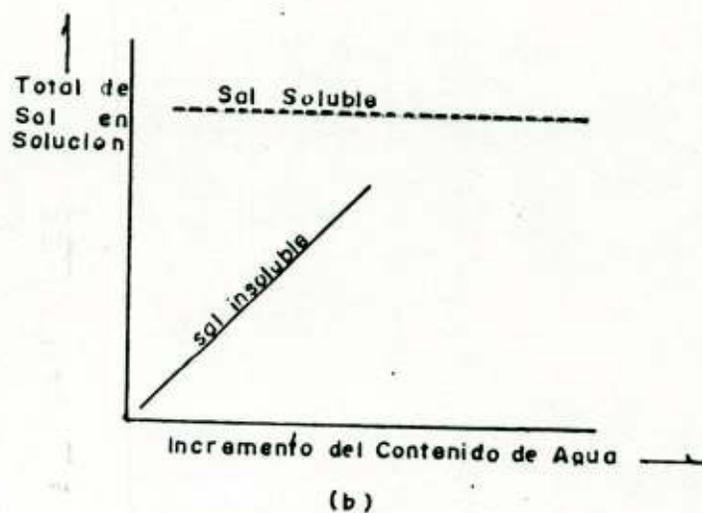
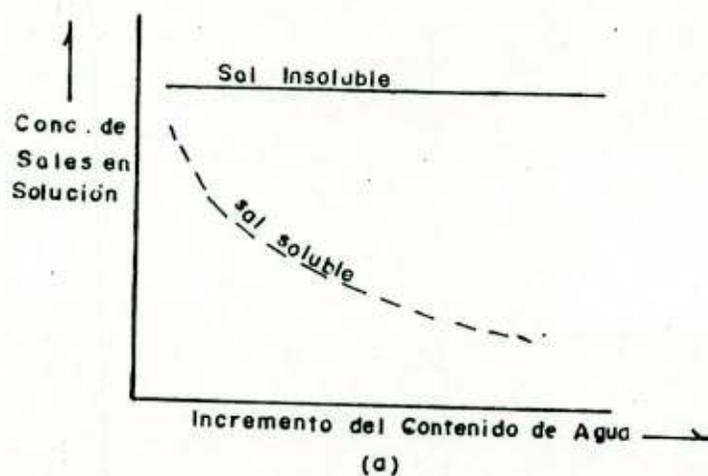


Figura 1. Influencia del contenido de humedad sobre la concentración de sales en solución (a) y la cantidad de sales en solución (b) para una sal completamente soluble y una sal relativamente insoluble, respectivamente. La posición relativa de la curva no tiene significancia.

II.3 Determinación de la salinidad del suelo.

La selección del método para determinar salinidad depende de la razón para efectuar la determinación, el número de muestras que se vayan a manejar y el tiempo y facilidades disponibles para realizar el trabajo. Los métodos exactos requieren más tiempo y por lo mismo, limitan el número de determinaciones .(20)

Para definir el "status" de la salinidad en el suelo se utilizan:

- a) La conductividad eléctrica medida en el extracto
- b) La determinación química de iones
- c) Contenido de sales expresado en porcentajes con respecto a peso de suelo seco y gramos de sales por gramo de suelo seco.(27)

a) Conductividad eléctrica.

Cuando se investiga la salinidad del suelo con relación al desarrollo de las plantas, se recomienda utilizar la conductividad del extracto de saturación como un medio para evaluar la salinidad. La conductividad eléctrica que es recíproca de la resistencia, es más aplicable para mediciones de salinidad, ya que aumenta con el contenido de sales, lo cual simplifica la interpretación de las lecturas.

La conductividad eléctrica tiene las dimensiones de

mmhos por centimetro. El contenido de sales de un suelo, se puede estimar en forma aproximada de una medición de la conductividad eléctrica en una pasta de suelo saturado o en una solución más diluida. (20)

b) Determinaciones químicas

De acuerdo con los procesos que ocurren durante la formación de los suelos salinos se deriva que las propiedades genéticas y productivas de los suelos que tienen gran cantidad de sales solubles están determinadas por la cantidad y composición de estas (9)

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 iones solubles proporciona una determinación precisa del contenido total de sales. (20)

La humedad del suelo contiene gases atmosféricos, dióxido de carbono disuelto y iones hidrógeno. Los iones de Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Carbonatos (CO_3), bicarbonatos (HCO_3), cloruros (Cl), sulfatos (SO_4) pasan de la fase sólida a la solución del suelo. El Litio (Li), Potasio (K), Hierro (Fe), Aluminio (Al), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Yodo (I), así como varios componentes orgánicos, (disueltos y suspendidos).

soluciones coloidales y suspensiones gruesas de sustancias minerales son contenidas en menores cantidades en la humedad del suelo (19).

Los cationes y aniones solubles que generalmente se determinan en suelos salinos y alcalinos, son: Ca, Mg, Na, K, CO_3 , HCO_3 , SO_4 , y Cl, aunque a veces se determinan también Nitratos y Silicatos solubles. La elección del método adecuado para determinar cationes y aniones depende del equipo de que se disponga y de la preferencia personal del analista (20).

Los análisis de las sales ofrecen mejores posibilidades para evaluar las características cualitativas de la salinización. Esto permite que a la adición a la conversión de las sales uno debe determinar las agrupaciones de sales en diferentes suelos. El orden en el cual los iones son unidos es también importante. (30)

c) Residuo seco evaporado

Sólidos totales es también una forma de evaluar la salinidad de un suelo expresado en porcentaje con respecto al peso del suelo seco. Es necesario señalar que cuando se hace esta evaluación se utilizan diferentes relaciones suelo-agua, encontrándose variación en las diferentes proporciones (9).

III. CLASIFICACION DE LOS SUELOS SALINOS.

En el establecimiento de la clasificación de los suelos salinos, es necesario combinar los principios de la geoquímica de sales y la fisiología, solamente así es posible distinguir el origen y formas de los suelos salinos, su nivel de fertilidad natural y las medidas de recuperación necesarias para el desarrollo agrícola (23)

Como fué mencionado anteriormente, no parece aceptable ignorar la morfología y génesis al establecer una clasificación de suelos afectados por sales. De aquí que es importante indicar áreas salinas que frecuentemente aparecen cuyos horizontes no son contruidos, como una consecuencia de procesos del suelo sino esta diferenciación fué causada por la sedimentación de materiales geológicos de diferentes texturas y edad. (12)

En el curso del desarrollo de la ciencia del suelo y de la clasificación de suelos salinos, dos principales grupos de estos han sido distinguidos: (a) suelos afectados por sales de sodio neutras (principalmente NaCl y Na_2SO_4); y (b) suelos afectados por sales de sodio capaces de causar hidrólisis alcalina (principalmente NaHCO_3 , Na_2CO_3 y Na_2SiO_3).

Los suelos pertenecientes al primer grupo usualmente han sido referidos como suelos salinos y aquellos del segundo como suelos alcalinos. (26)

En los Estados Unidos, Hilgard introdujo los términos "álcali blanco" y "álcali negro". El primero se refiere a sales neutras, principalmente cloruros, sulfatos y nitratos; el segundo denota sales químicamente alcalinas, como los carbonatos solubles. Las soluciones alcalinas de sales de sodio, disolventes de la materia orgánica del suelo, dejan un residuo color obscuro después de la evaporación, comúnmente en forma de una delgada costra o círculos en pequeñas depresiones.

En Rusia las palabras solonchak, solonetz y solod son aplicadas a aquellos suelos que contienen sales. Etz es un sustantivo diminutivo encontrado en el lenguaje Ruso; de aquí que literalmente solonetz significa suelo con pocas sales. La terminación chak es de origen Tartaro y significa mucho; de aquí que solonchak denota suelo con mucha sal. Como es aplicado por Gedroitz, solod se refiere a un rango particular de suelo alcalino, especialmente aquel que ha sido sujeto a prolongados lavados y acumulación de sales solubles de sodio.

La palabra Húngara szik es el equivalente aproximado de "álcali negro". Szek y la palabra Rusa solonchak corresponden estrechamente a "álcali blanco" de Hilgard.

En años recientes los científicos del suelos Rusos han usado la palabra solonetz en dos sentidos, químico y

morfológico. Gedroiz usó la designación solonetz para denotar suelos que contienen relativamente mucho sodio intercambiable. Otros científicos del suelo Rusos han usado la palabra solonetz en un sentido morfológico, esto es, aplicado a un suelo cuyo perfil exhibe ciertas estructuras morfológicas. En ciertos casos, la palabra solonetz ha sido aplicada sin considerar la presencia de sodio intercambiable en el suelo. Aún otros investigadores Rusos definen solonetz como suelos que contienen pequeñas cantidades de sales solubles, mucho sodio intercambiable y el perfil mostrando cierta morfología. (15)

Los investigadores del Laboratorio Regional de salinidad en Riverside, California han establecido una clasificación basada en las ideas de Sigmond y Gedroiz.

SUELOS SALINOS. Los suelos salinos corresponden a los solonchak en el sistema de clasificación de la Union Sovietica, y fueron referidos como suelos alcali "blancos" por Hilgard. Normalmente son reconocidos por una costra blanca en la superficie. La ausencia de una costra blanca, sin embargo, no excluye la existencia de un suelo salino. El valor del RAS menor de 13 refleja un nivel relativamente bajo de sodio adsorbido, mientras que la alta concentración de sales da en el extracto de saturación un valor de CE mayor de 4 mmhos/cm. El pH del suelo es menor de 8.5. Los iones Cl y SO son los principales aniones, con pequeñas

cantidades de HCO_3 . Los principales cationes son Ca y Mg con pequeñas cantidades de Na. La concentración del ion K es baja. La presencia en el suelo de compuestos como el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y caliza [CaCO_3 y $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] es comun. La alta concentración de sales conservan al suelo en una condición floculada, y la permeabilidad al agua es alta. La recuperación es requerida usualmente para producciones satisfactorias de cultivos.

SUELOS SODICOS. Estos suelos son referidos en la literatura Rusa como solonetz. Investigadores de USA anteriores usaron el termino alcali negro. El nombre se origina de la disolución de la materia orgánica y su subsecuente deposición en la superficie del suelo por evaporación. Este proceso produce un oscurecimiento caracteristico de la superficie del suelo. Los suelos sódicos son caracterizados por una solución del suelo de baja salinidad. Los valores de RAS son mayores de 13, indicando que una gran cantidad de Na intercambiable existe en la solución del suelo. El NaOH puede entonces reaccionar con el CO_2 disuelto para formar Na_2CO_3 .

Bajo estas condiciones el pH de los suelos sódicos puede aumentar hasta 10. A estos altos valores de pH, los iones Ca y Mg son precipitados como carbonatos debido a la relativamente alta concentración de iones CO_3 . La solución del suelo contiene sales de carbonatos y bicarbonatos de Na con los iones de Cl y SO_4 el resto. El cation predominante

es el Na, con algo de Ca y Mg y K presente. El alto PSI es 26
manifestado por un sistema arcilloso disperso
(desfloculado), el cual reduce grandemente la entrada de
aire y agua al suelo.

SUELOS SALINO-SÓDICOS. Estos suelos tienen propiedades
químicas de los suelos salinos y sódicos; el PSI es mayor
que en un suelo salino (RAS >13), mientras que la
concentración de sales solubles es también alta (CEe > 4
mmhos/cm). La presencia del exceso de sales mantiene la
permeabilidad del suelo a un nivel alto y actúa para
reprimir el pH (pH <8.5). Si el exceso de sales son lavadas
del suelo, las propiedades pueden o no cambiar a aquellas
de los suelos sódicos, dependiendo del tipo de sales
presente. La recuperación requiere la remoción de sales y
la disminución del Na intercambiable.(13)

Por muchos autores se han hecho tentativas de crear
clasificaciones geoquímicas que mostrando la preponderancia
de unos iones sobre otros se refleje en ellas procesos
específicos de intemperismo geoquímico, migración y
acumulación de sales. Estas clasificaciones son hechas en
base a relaciones aniónicas y/o cationicas (cuadro 3).
Zakharina (1963) y otros investigadores tales como Sulin
(1948) y Selyakov (1957) mantienen que el nombre del tipo
de salinización debe ser determinada por las sales
características, sin tomar en cuenta la cantidad presente
(23).

En cuanto a la composición de sales, se toma en cuenta principalmente los aniones. De acuerdo a este criterio, es usual distinguir las siguientes clases de salinización: sulfática, clorhídrica-sulfática, sulfática-clorhídrica y clorhídrica (22)

Por grado de salinidad los suelos son subdivididos de acuerdo a la cantidad de sales presentes.

Bazilevich y Pankova proponen cuatro grados de salinidad: débil, medio, fuerte y muy fuerte. Ellos recomiendan bajo condiciones de no irrigación, estimar la salinidad para el primer horizonte salino del suelo, en general, para el metro superior del suelo (3).

En el cuadro 4 se presenta la clasificación de suelos salinos empleada para proyectos de mejoramientos de suelos salinos en la URSS, publicada en el manual de análisis químicos de ArinushKina y utilizada por Huez (1985), en su trabajo sobre caracterización de los suelos de Montecillos, México.(11)

CUADRO 3. TIPOS DE SALINIDAD DE LOS SUELOS.

TIPOS DE SALINIDAD	DE ACUERDO A LOS ANIONES, MEO				DE ACUERDO A LOS CATIONES, MEO		
	Cl/SO ₄	SO ₄ /Cl	HCO ₃ /(Cl+SO ₄)	TIPO DE SALINIDAD	(Na+K)/(Ca+Mg)	(Ca+Mg)/(Na+K)	Mg/Ca
CLORHIDRICA	> 2.0	< 0.5	-	SODICA	> 2.0	< 0.5	-
SULFATICA-CLORHIDRICA	1.0 - 2.0	0.5 - 2.0	-	MAGNESICA - SODICA	1.0 - 2.0	0.5 - 1.0	> 1.0
CLORHIDRICA-SULFATICA	0.2 - 1.0	1.0 - 2.0	-	CALCICA - SODICA	1.0 - 2.0	0.5 - 1.0	< 1.0
SULFATICA	< 2.0	> 5.0	-	CALCICA - MAGNESICA	< 1.0	> 1.0	> 1.0
CARBONATO-SULFATICA	< 2.0	> 5.0	1	MAGNESICA - CALCICA	< 1.0	> 1.0	< 1.0
SULFATO-SODICA	-	-	2	CALCICA	< 2.0	-	-

CUADRO 4. CONTENIDO Y COMPOSICION DE SALES EN LOS SUELOS DE DIFERENTES TIPOS DE SALINIDAD.

T I P O D E S A L I N I D A D

C L O R H I D R I C A Y S U L F A T I C A - C L O R H I D R I C A S U L F A T I C A Y C L O R H I D R I C A - S U L F A T I C A S O D I C A

C O N T E N I D O D E S A L E S (%)

SUELOS	RESIDUO SECO			RESIDUO SECO			RESIDUO SECO			
	Cl	SO	HCO	Cl	SO	HCO	Cl	SO	HCO	
	4	4	3	4	4	3	4	4	3	
NO - SALINOS	< 0.01	-	-	< 0.3	< 0.01	< 0.1	< 0.1	0.01	0.02	< 0.06
DEBILMENTE SALINOS	0.3-0.5	0.01-0.05	-	0.3-1.0	0.01	0.1-0.4	0.1-0.3	0.01	0.05-0.1	0.1-0.2
MEDIANAMENTE SALINOS	0.5-1.0	0.05-0.1	-	1.0-2.0	0.05	0.4-0.6	0.3-0.5	0.01	0.20	0.2-0.3
FUERTEMENTE SALINOS	1.0-2.0	0.1-0.2	-	2.0-3.0	0.10	0.6-0.8	0.5-0.7	0.02	0.20	0.3-0.4
MUY FUERTEMENTE SALINO	> 2.0	> 0.2	-	> 3.0	-	> 0.8	0.7-1.0	0.02	0.20	> 0.4
EXCESIVAMENTE SALINOS	-	-	-	-	-	-	> 1.0	-	-	-

IV. MAPEO DE SUELOS SALINOS.

En muchos países, donde existen suelos afectados por sales y son conducidos trabajos de investigación, una considerable cantidad de información detallada es utilizada. Esta información puede ser usada para una diferenciación más detallada en mapas de suelos de una escala mayor. (12)

Como fué mencionado anteriormente (por Astapov), la segunda etapa del estudio de la salinización del suelo de una area dada, es la elaboración de un detallado, "mapa salino" que muestre la composición y cantidad de sales determinadas por los análisis de los extractos acuosos. (1)

El mapa del suelo es el principal documento sobre el cual basamos las predicciones de las condiciones de mejoramiento y recomendaciones para el control más efectivo y económico de la salinización del suelo. (10)

Husz (1969), propone que los mapas sean preparados de acuerdo con las siguientes escalas:

mapa mundial

1: 5,000,000

mapa de países

1: 100,000 / 1: 50,000

mapas provinciales

1: 20,000 / 1: 10,000

mapas de trabajos agrícolas

1: 10,000 / 1: 2,000

Astapov (1958), propone que es deseable dibujar este mapa salino en una escala de 1 cm por 25 - 50 m (1: 2500 o 1: 5000), trazando los datos en forma de isolineas o contornos.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación de la zona de estudio.

La zona de estudio esta comprendida entre las coordenadas 29 25' y 29 27' de latitud Norte y 110 20' y 110 25' de longitud Oeste.

El área de interes comprende una superficie de aproximadamente 900 has., incluye las Unidades de Riego "La Saucedá" y "Los Arenales" de los ejidos Ures y Santiago respectivamente, del Distrito de Desarrollo Rural No. 134, localizado al Noreste de Hermosillo, Sonora, México. (Fig. 2)

Climatología

Las temperaturas medias anuales que oscilan en la región son entre los 20 C y 30 C, con mínimas en Enero y Febrero de 15 C a 18 C, que fueron registradas en la estación meteorológica de Ures, Sonora.

Las máximas se registran en los meses de Junio, Julio y Agosto con temperaturas que varían entre los 28 C y 30 C, (cuadro 5).

La precipitación media anual es de 430 mm con lluvias en verano y escasas a lo largo del año, siendo el periodo de lluvias en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

(cuadro 6). Se tienen evaporaciones que varían entre los 60 y 329 mm totales en el mes; los meses con evaporaciones mínimas en el año se registran en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, así como las máximas evaporaciones en los meses de Mayo, Junio y Julio (cuadro 7).

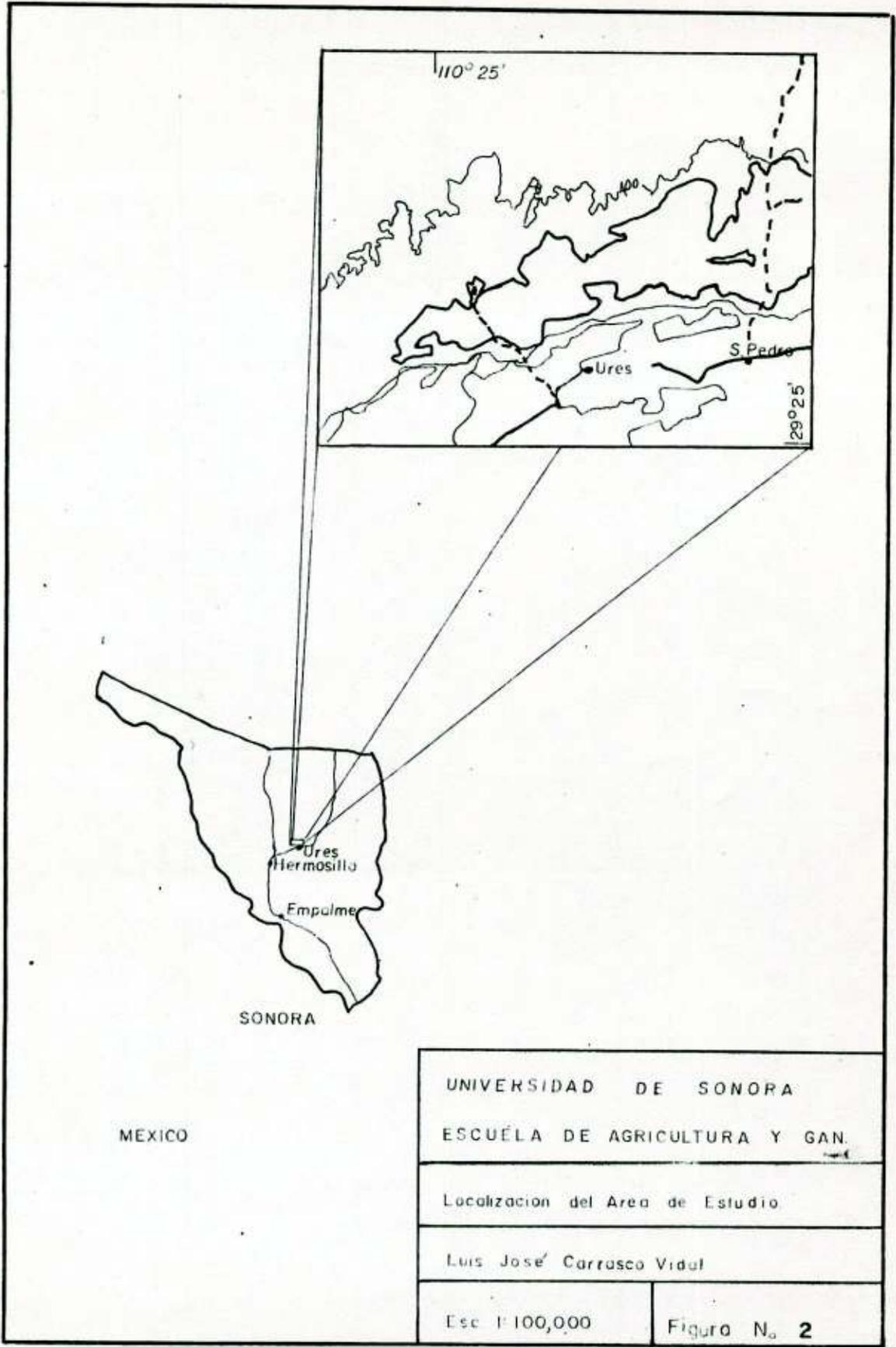
El clima de la región que rige según la clasificación del sistema de Koeppen es: BSo (h) hw (x), correspondiente a los climas secos con lluvias de verano, con un porcentaje de precipitación invernal mayor de 10.2, de subtipos secos muy cálidos y cálidos.

Vegetación

En cuanto a la vegetación se refiere, en la región predominan como plantas nativas, los zacates Johnson (Sorghum halepense), Bermuda (Cynodon dactylon), así también de tipo arbustivo como la Binorama (Acacia constricta), la Jecota (Hymenoclea monogyra), árboles como el pino salado (Tamarix gallica), mezquites (Prosopis jolifera) y los Alamos (Populosfremontii).

Localización de los sitios de muestreo.

Se seleccionaron 33 sitios de muestreo repartidos en 400 has. aproximadamente, tomando en cuenta un reconocimiento de campo donde se observaron afloramientos salinos de aguas y la naturaleza moteada de los suelos.



Cuadro 5 Temperaturas medias mensuales (°C), de la zona de estudio en Ures, Sonora (1975-1986)

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C)												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	15.6	16.0	18.2	19.1	23.0	26.7	30.6	32.2	29.4	23.3	19.1	15.7
1976	16.3	18.0	17.7	20.6	25.1	31.1	30.9	31.3	27.0	23.4	19.3	15.9
1977	15.2	18.1	16.4	21.8	23.4	30.2						
1978										25.5		
1979												
1980												
1981	17.0	17.4			25.3	31.9	30.3	32.2	29.9	24.5	17.5	18.3
1982	16.7	17.8	19.4	22.2	25.0	28.6	32.6	30.3	30.1	23.6	20.7	19.2
1983	17.7	21.7	17.9	18.4	23.1	25.1	29.1	29.2	29.0	23.4	19.3	16.1
1984	13.9	14.6	17.3	16.6	24.4	27.8	28.2	28.0	27.6	21.3	16.4	14.7
1985	12.8	14.4	16.9	21.5	24.8	29.4	30.9	29.3	26.2	22.0	16.1	13.7
1986	17.6	16.1	19.5	22.4	24.1	29.5	28.1	26.9	25.3	23.1	17.7	14.4
TOTAL	142.8	154.1	143.3	164.6	218.2	262.3	240.7	241.4	225.5	209.1	162.9	141.8
MEDIA	15.8	17.1	17.9	20.5	24.2	29.1	30.0	30.1	28.1	23.1	18.1	15.7

NOTA* No hay información

Cuadro 6 Evaporaciones totales mensuales (mm), de la zona de estudio en Ures, Sonora (1975-1986)

AÑOS	EVAPORACIONES TOTALES MENSUALES (mm)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	76.8	84.2	152.7	201.6	261.3	302.9	218.9	195.2	175.6	152.3	100.3	66.2
1976	94.0	97.8	163.4	206.8	277.7	329.1	214.1	228.8	132.9	153.8	97.9	75.2
1977	61.6	135.2	163.0	219.8	274.3	159.8						
1978										82.5		
1979												
1980												
1981	64.4	54.2			215.7	270.3	124.6	154.9	143.0	115.1	57.2	85.4
1982	85.2	101.3	145.4	185.0	217.7	236.9	223.4	202.2	155.2	138.3	95.5	33.8
1983	66.5	73.6	89.8	121.5	245.8	288.7	213.5	172.6	135.0	85.1	52.1	65.4
1984			113.4	146.6	249.8	244.1	199.2	242.7	168.4	117.8	65.9	43.2
1985	69.8	47.7	118.1	187.2	219.8	297.9	240.7	177.4	163.7	90.3	71.6	89.5
1986	122.3	51.3	73.0									67.6
TOTAL	640.6	675.3	1023.8	1270.7	1962.1	2129.7	1434.4	1373.8	1073.8	935.2	638.5	576.2
MEOTA	80.1	75.0	128.0	181.5	245.3	266.2	204.9	196.3	153.4	116.9	79.8	72.0

NOTAS: No hay información

Quadro 7 Precipitaciones medias mensuales (mm), de la zona de estudio en Ures, Sonora (1975-1986)

AÑOS	PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (mm)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	1.7	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	3.8	3.8	5.2	0.0	0.3	0.5
1976	0.0	1.3	0.0	0.4	0.0	0.4	3.4	2.7	4.1	0.2	1.0	0.1
1977	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0						
1978												
1979												
1980												
1981	2.6	0.3			0.0	1.2	2.0	0.2	2.1	0.0	0.0	0.1
1982	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.2	0.7	0.0	0.4	0.0
1983	0.2	0.0	1.1	0.5	0.0	0.0	7.8	5.6	6.3	0.6	0.5	1.9
1984	0.9	0.0	0.0	0.2	0.1	0.6	7.1	5.9	1.2	0.2	0.7	1.0
1985	0.7	0.7	0.0	0.3	0.0	0.4	2.2	2.5	1.2	1.3	0.7	2.1
1986	0.5	0.8	0.2	0.0	0.9	1.1	7.1	3.5	1.5	0.0	0.1	0.1
TOTAL	8.5	3.1	1.7	1.4	1.2	4.5	33.9	25.4	22.3	2.3	4.2	7.6
MEDIA	1.0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.5	4.2	3.1	2.8	0.3	0.5	0.8

NOTA* No hay información

Para realizar el muestreo de los suelos se utilizaron barrenas tipo california de 4" de diámetro. Se tomaron muestras en capas a diferentes espesores:

(0- 15 cm), (15- 30 cm), (30- 45 cm), (45 - 60 cm), (60-90 cm), (90- 120 cm), (120- 150 cm), (150- 175 cm), (175-200 cm) y en sitios donde el nivel freático estaba situado por arriba de los 2.0 m., se muestreaba hasta la profundidad de este.

Posteriormente las muestras se secaron al aire y se pasaron por un tamiz de malla de 1 mm.

Determinaciones químicas.

Las determinaciones que se hicieron para evaluar la salinidad fueron hechas mediante el análisis de los extractos acuosos de los suelos en una relación suelo-agua 1:5 y fueron las siguientes: pH, conductividad eléctrica en mmhos/cm a 25 C y la concentración iónica (Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl y SO₄).

La metodología empleada fue la recomendada por el Personal del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos, excepto en la determinación de SO₄ donde se empleó el método turbidimétrico.

Caracterización Química de los Suelos.

La caracterización de los suelos empleada fue la utilizada en la URSS en los Proyectos de Mejoramiento de Suelos Salinos.

RESULTADOS

La composición de las sales en los suelos salinos puede ser muy variable, sin embargo, prácticamente en la mayoría de los casos, estas sales son los compuestos químicos de cuatro cationes (Ca, Mg, Na y K) y cuatro aniones (CO_3 , HCO_3 , Cl y SO_4). Con estos iones se pueden formar las sales que existen en los suelos salinos características de estas zonas: NaCl, KCl, Na_2SO_4 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, etc.

La salinidad del suelo crea condiciones desfavorables para el desarrollo y producción de las cultivos. La producción bajo condiciones salinas es determinada por muchos factores entre los cuales esta la naturaleza de la planta, el grado y tipo de salinidad del suelo y la efectividad de las medidas agrotécnicas.

Es por esto que en el presente trabajo se utilizó la clasificación de suelos salinos utilizada en los Proyectos de Mejoramiento de Suelos Salinos en la URSS.

Como se observa en los Cuadros 8 al 38, en el Área de estudio coexisten distintos tipos de perfiles salinos. En casi todos ellos se muestra una distribución de cloruros acompañados por sulfatos, lo cual puede ser indicativo de la presencia de procesos de elevación capilar de sales y su posterior precipitación y acumulación en la superficie por

efecto de la evaporación.

Los tipos de salinidad y los grados de afectación se presentan en el plano de la Figura 3. A continuación se discuten los resultados obtenidos del análisis de los diferentes perfiles en cuanto al tipo y grado de salinidad en cada una de las áreas correspondientes.

Salinidad clorhídrica. Los suelos que representan este tipo de salinidad no presentan problemas de salinidad. Hay un predominio de los iones HCO_3 sobre el Cl y este sobre los SO_4 ; además el Ca se presenta en mayor cantidad que el Na.

La reacción de la solución del suelo va de ligeramente ácida a ligeramente alcalina ($6.7 < \text{pH} > 8.0$), lo que indica la presencia principalmente de sales neutras.

Los suelos afectados por este tipo de salinidad corresponden a los pozos: 1, 2, 6, 9, 10, 11, 25, 26, 27, 30, 31, 32 y 33. La distribución vertical de sales de estos pozos están representados por el perfil que se presenta en la figura 4.

Sulfática-clorhídrica. En este tipo de salinidad existe más o menos un equilibrio entre la concentración de los iones Cl y SO_4 y Na y Ca, con valores de $\text{pH} < 8.0$. Las áreas pertenecientes a este tipo de salinidad no presentan

41

problemas pero un manejo inadecuado de sus soluciones pueden transformarlos a suelos alcalinos, al lixiviarse los cloruros y quedar en la solución el sulfato de sodio, cuyo Na puede pasar a la forma intercambiable. Los pozos representativos de este tipo de salinidad son el 5 y 17.

Clorhídrica-sulfática. En este tipo de salinidad, la solución del suelo presenta un predominio del ion SO_4 sobre el Cl. El pH de estos suelos es generalmente menor de 8.0.

Es el grupo de suelos de mayor distribución en la zona y se presentan en las partes más bajas.

La mayor parte de los suelos pertenecientes a este grupo de suelos no presentan problemas (pozos: 3, 4, 7, 8, 13, 14, 16, 18, 20, 23, 24, 28 y 29), debido a que los HCO_3 en forma de $Ca(HCO_3)_2$ predominan sobre los cloruros.

En cambio los suelos situados dentro de la influencia de los pozos 21 y 22 presentan problemas debido a la presencia de cantidades mayores de Cl (en forma de NaCl), que de HCO_3 y al exceso de Na sobre Ca.

Los perfiles representativos de este tipo de salinidad son mostrados en las figuras 5 a 8, en los cuales se observan distribuciones en el perfil de los iones Cl y HCO_3 , donde alternan su dominancia uno sobre el otro.

Sulfática. En este tipo de salinidad, los iones SO_4

predominan sobre los Cl, con una dominancia del Na sobre el Ca. Estos suelos tienden a tener una reacción alcalina cuando se someten a procesos de lavados, mediante los cuales se lixivian los Cl, quedando el SO unido al Na, el cual, este último puede intervenir en procesos de intercambio catiónico y pasaría a la forma intercambiable.

La naturaleza salina de este tipo se presenta en dos pequeñas áreas donde están situados los pozos 12 y 19.

El perfil del pozo 12 se caracteriza por una salinidad débil, donde los Cl se encuentran en mayor cantidad que los HCO₃ en la parte superficial y en la parte inferior del perfil, los HCO₃ dominan sobre los Cl.

Los suelos representados por el pozo 19 no presentan problemas de salinidad, pero la dominancia del HCO₃ sobre los Cl en todo el perfil es indicativo de la presencia de NaHCO₃, lo que indica un peligro potencial de salinización sódica de baja concentración de sales pero con altos valores de Na intercambiable.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la información analítica presentada en los Cuadros sobre la distribución de la composición de las sales solubles del suelo, el quimismo de estos es de carácter clorhídrico y clorhídrico-sulfática principalmente y sulfático-clorhídrica y sulfático, en menor área de afectación como se ve en la figura 3.

La diferenciación general en los tipos y grados de salinidad del suelo y al patrón de su distribución pueden ser atribuidas al resultado de interacciones entre algunos factores, principalmente:

1. Las condiciones topográficas. Se presentan diferencias en elevaciones (1 a 2 m), las cuales son suficiente para que los contenidos de sales en el suelo sean completamente diferentes de terrenos adyacentes.
2. El nivel del agua subterránea. Se presenta un proceso activo de salinización del suelo por influencia del agua subterránea cuyo nivel en algunos pozos es menor de 2.0 m, aunado a las condiciones climáticas de la zona.
3. Comportamiento estacional del flujo del Río Sonora.

La variación en el nivel del río en las épocas de lluvias y de secas influyen en el comportamiento de las fluctuaciones del nivel freático.

4. La intensidad de la agricultura de riego. El desconocimiento de los procesos de salinización del suelo resultado del mal uso y manejo del agua de riego ha incrementado la superficie con problemas de ensalitramiento.

El uso en exceso del agua de riego ha provocado una redistribución de las sales en el perfil, ya que la elevación del manto freático ha actuado como una barrera que limita el movimiento hacia abajo de las soluciones.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los procesos que se están presentando en la zona y al efecto que están teniendo sobre la salinización del suelo, se recomienda:

1. Evaluar los contenidos de las bases intercambiables de suelos a fin de diagnosticar el papel que está jugando el Na intercambiable en la naturaleza de la salinidad del suelo sobre todo en aquellos del tipo clorhídrica-sulfática y sulfática.
2. Estudiar las condiciones del agua subterránea en cuanto a:
 - a) Profundidad promedio del nivel freático, realizando periódicamente registros de esta.
 - b) Contenido promedio de sales y su relación con la salinidad de los suelos.
3. El riego de los cultivos debe ser llevado a cabo de acuerdo a sus requerimientos y evitar con esto los excesos de agua que puedan provocar un ascenso de los niveles freáticos.
4. Antes de emprender cualquier medida de mejoramiento de los suelos se deben de evaluar las condiciones de drenaje en conjunto con los estudios de salinidad.

BIBLIOGRAFIA.

1. Astapov, S. V. 1964. Ameliorative Pedology. (Laboratory Manual). Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.
2. Bazilevich, N. I. 1970. The Geochemistry of Soda Soils. Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translation. Jerusalem.
3. Bazilevich, N. I. and E. I. Pankova. 1969. Tentative Classification of Soils by Salinity. Soviet Soil Scie. No. 11:1477-1488
4. Carrasco, V. L. 1987. Estudio Hidrogeoquímico Preliminar de la Parte Central del Acuífero de Ures, Sonora. (Tesis de Licenciatura). Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora.
5. De la Peña, I. s.f. Salinidad de los Suelos Agrícolas. Su origen, clasificación, prevención y recuperación. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Distrito de Riego No. 41. Valle del Yaqui, Sonora. Boletín Técnico No. 10.
6. Elgabaly, M. M. 1971. Problems of Sampling, Analysing and Mapping of Salt Affected Soils. IRYDA: Información. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Madrid.
7. FAO/UNESCO. 1973. Irrigation, Drainage and Salinity. An International Source Book. V. A. Kovda (ed). Hutchinson & Co (Publishers) LTD. London.
8. Fortescue, J. A. 1980. Environmental Geochemistry. A Holistic Approach. Ecological Studies 35. Springer-Verlag New York Inc. USA.
9. Gonzalez, G. R. 1982. Establecimiento de Relaciones Funcionales entre Láminas de Lavado, Sales Desplazadas y Sales Residuales en los Suelos Salinos. (Tesis de Maestría en Ciencias). Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
10. Gusenkov, Ye. P. and B. A. Kalachev. 1965. Soil Investigation In Arid Regions. Soviet Soil Scie. Vol. 8: 871-879.

11. Huez, L. M. 1985. Caracterización de Algunas Propiedades Fisico-Químicas de los Suelos y Espesores Subyacentes del Predio "Montecillos". (Tesis de Maestría en Ciencias). Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
12. Husz, G. 1969. Contribution to the Discussion about the Classification and Cartography of Salt Affected Soils. *Agrokémia és Talajtan. Tom. 18 (Supplementum): 246-250*
13. James, D. W., R. J. Hanks and J. J. Jurinak. 1982 *Modern Irrigated Soils. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons. USA.*
14. Kaúrichev, I. S. 1980. *Prácticas de Edafología. Ed. Mir Moscú.*
15. Kelley, W. P. 1951. *Alkali Soils. Their Formation, Properties and Reclamation. Reinhold Publishing Co. New York. USA.*
16. Kovda, V. A. 1980. *Land Aridization and Drought Control. Westview Press/Boulder. Colorado, USA.*
17. Kovda, V. A. 1980. *Problem of Combating Salinization of Irrigated Soils. (selected Lectures). Center for International Proyects. Course on Reclamation of Saline Irrigated Soils. Moscú.*
18. Llerena, V. F. 1977. *Definición Optima-Económica del Tamaño de Muestra e Intensidad de Lavado para la Recuperación de Suelos con Problemas de Sales. (Tesis de Maestría en Ciencias). Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.*
19. Nikol'skii, N. N. 1963.. *Practical Soil Science. (Pochvovedenie). Tranlated from Russian. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.*
20. Richards, L. A. (ed). 1977. *Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Editorial Limusa. México.*
21. Rode, A. A. 1961. *The Soils Forming Process and Soils Evolutions. Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.*

22. Rode, A. A. 1962. Soil Science (Pochvovedenie). Translated from Russian by: Prof. A. Gourevitch. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.
23. Selyakov, S. N. 1965. Water and Soil Classifications by Nature Salinization. Soviet Soil Scie. Vol. 1: 37-39
24. Selyakov, S. N. 1967. Determining Water Soluble Salt Reserves in Salinized Soils. Soviet Soil Scie. No. 7: 957-962
25. Skene, J. K. 1969. Mapping Salt Affected Soils of Australia. Agrokémia és Talajtan. Tom. 18. (Supplementum): 73-78
26. Szabolcs, I. 1979. Review of Research on Salt Affected Soils. UNESCO. Paris.
27. Vasquez, A. E. 1984. Evaluación de la Reserva de Sales en los Suelos Salinos. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlan".
28. Vilenskii, D. G. 1957. Soil Science (Pochvovedenie). Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.
29. Vilenskii, D. G. 1967. The Russian School of Soil Cartography and its Influence on the Soil Cartography of the World. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.
30. Yegorov, V. V. and N. I. Gorina. 1975. Salt Associations in Soils of the Caspian Lowland as Related to the Genesis. Soviet Soil Scie. No. 12: 654-660

A P E N D I C E

Cuadro 8. Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 1

Prof. (cm)	CE. mmhos/cm	pH	Aniones meq/ 100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.25	7.7	0.00	0.80	0.20	0.25	1.25	0.40	0.15	0.54	0.12	1.21
15- 30	0.16	7.9	0.00	0.50	0.30	0.09	0.89	0.40	0.15	0.22	0.08	0.85
30- 45	0.15	7.9	0.00	0.55	0.25	0.09	0.89	0.40	0.10	0.22	0.05	0.77
45- 60	0.27	7.9	0.00	0.65	0.25	0.12	1.02	0.40	0.00	0.54	0.04	0.98
60- 90	0.18	8.0	0.00	0.55	0.20	0.17	0.92	0.40	0.20	0.22	0.03	0.85
90-120	0.27	8.2	0.00	0.70	0.30	0.13	1.13	0.35	0.25	0.43	0.03	1.06
120-150	0.18	8.0	0.00	0.55	0.35	0.16	1.06	0.25	0.05	0.80	0.02	1.12
150-175	0.20	7.9	0.00	0.60	0.25	0.04	0.89	0.35	0.00	0.54	0.02	0.91
175-200	0.18	7.8	0.00	0.60	0.20	0.02	0.82	0.40	0.20	0.10	0.07	0.77

Cuadro 9. Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 2

Prof. (cm)	CE. mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.21	7.6	0.00	0.85	0.30	0.03	1.33	0.65	0.20	0.10	0.13	1.08
15- 30	0.19	8.0	0.00	0.85	0.35	0.04	1.24	0.30	0.65	0.10	0.08	1.13
30- 45	0.20	8.1	0.00	0.85	0.30	0.04	1.19	0.60	0.10	0.33	0.06	1.09
45- 60	0.19	8.2	0.20	0.70	0.30	0.04	1.24	0.50	0.10	0.54	0.06	1.20
60- 90	0.19	8.2	0.20	0.70	0.30	0.07	1.27	0.40	0.25	0.43	0.05	1.13
90-120	0.16	8.2	0.20	0.50	0.25	0.11	1.06	0.40	0.20	0.43	0.06	1.09
120-150	0.20	8.1	0.00	0.60	0.15	0.30	1.05	0.50	0.20	0.33	0.07	1.10
150-175	0.26	8.1	0.10	0.65	0.40	0.40	1.55	0.50	0.25	0.54	0.08	1.37
175-200	0.29	8.2	0.10	0.55	0.25	0.40	1.30	0.55	0.25	0.54	0.08	1.42

Cuadro 10. Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 3

Prof. (cm)	CE. mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.20	7.9	0.00	0.65	0.15	0.17	0.97	0.40	0.10	0.11	0.11	0.72
15- 30	0.24	7.9	0.00	0.60	0.15	0.18	0.93	0.50	0.20	0.11	0.12	0.93
30- 45	0.20	8.0	0.00	0.60	0.20	0.14	0.94	0.40	0.30	0.22	0.07	0.99
45- 60	0.22	7.8	0.00	0.70	0.15	0.12	0.97	0.40	0.15	0.33	0.07	0.95
60- 90	0.20	8.0	0.00	0.60	0.15	0.15	0.90	0.40	0.10	0.33	0.06	0.89
90-120	0.20	7.9	0.00	0.50	0.10	0.18	0.78	0.30	0.10	0.54	0.05	0.99
120-150	0.30	8.0	0.00	0.70	0.15	0.42	1.27	0.50	0.20	0.54	0.12	1.36
150-175	0.39	8.0	0.00	0.70	0.20	0.41	1.31	0.50	0.60	0.43	0.07	1.60
175-200	0.24	8.0	0.00	0.60	0.10	0.24	0.94	0.40	0.20	0.43	0.17	1.20

Cuadro 11. Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 4

Prof. (cm)	CE. mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.22	7.4	0.00	0.70	0.10	0.14	0.94	0.55	0.10	0.22	0.10	0.97
15- 30	0.20	7.6	0.00	0.70	0.15	0.01	0.86	0.40	0.10	0.22	0.12	0.84
30- 45	0.22	7.6	0.00	0.60	0.15	0.16	0.91	0.40	0.30	0.33	0.08	1.11
45- 60	0.23	7.8	0.00	0.70	0.10	0.14	0.94	0.60	0.20	0.22	0.03	1.05
60- 90	0.23	7.8	0.00	0.65	0.10	0.15	0.90	0.50	0.10	0.54	0.05	1.19
90-120	0.26	8.0	0.00	0.70	0.20	0.18	1.08	0.65	0.20	0.54	0.02	1.41
120-150	0.19	7.7	0.00	0.70	0.10	0.51	1.31	0.65	0.25	0.33	0.02	1.25
150-175	0.20	7.6	0.00	0.45	0.10	0.34	0.89	0.40	0.10	0.22	0.02	0.74
175-200	0.20	7.4	0.00	0.40	0.15	0.26	0.81	0.20	0.40	0.22	0.02	0.84

Cuadro 12. Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 5

Prof. (cm)	CE. mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.20	7.7	0.00	0.65	0.20	0.12	0.97	0.40	0.50	0.22	0.11	1.23
15- 30	0.19	7.9	0.00	0.65	0.20	0.14	0.99	0.50	0.20	0.33	0.08	1.11
30- 45	0.16	7.7	0.00	0.70	0.20	0.18	1.08	0.50	0.10	0.54	0.05	1.19
45- 60	0.20	7.9	0.00	0.70	0.20	0.21	1.11	0.40	0.20	0.54	0.05	1.19
60- 90	0.20	7.9	0.00	0.60	0.15	0.21	0.96	0.35	0.20	0.33	0.03	0.91
90-120	0.25	7.7	0.00	0.60	0.30	0.20	1.10	0.34	0.15	0.54	0.03	1.06
120-150	0.25	7.7	0.00	0.70	0.20	0.41	1.31	0.20	0.30	0.98	0.04	1.52
150-175	0.23	7.8	0.00	0.55	0.30	0.30	1.15	0.20	0.20	0.98	0.02	1.40

Cuadro 13. Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 6

Prof. (cm)	CE. mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.15	7.5	0.00	0.50	0.25	0.06	0.81	0.30	0.10	0.54	0.030	0.97
15- 30	0.14	7.4	0.00	0.60	0.20	0.05	0.85	0.40	0.10	0.54	0.050	1.09
30- 45	0.15	7.4	0.00	0.50	0.25	0.07	0.82	0.30	0.20	0.43	0.008	0.94
45- 60	0.15	7.5	0.00	0.50	0.25	0.08	0.83	0.45	0.25	0.11	0.008	0.82
60- 90	0.13	7.4	0.00	0.40	0.25	0.09	0.74	0.40	0.05	0.43	0.007	0.89
90-120	0.07	7.6	0.00	0.30	0.25	0.03	0.58	0.20	0.02	0.11	0.007	0.34
120-150	0.15	7.4	0.00	0.45	0.25	0.12	0.82	0.30	0.10	0.43	0.010	0.84

Cuadro 14 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 7

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.24	7.6	0.00	0.95	0.25	0.12	1.32	0.50	0.30	0.33	0.10	1.23
15- 30	0.18	7.3	0.00	0.60	0.20	0.13	0.93	0.60	0.10	0.11	0.09	0.90
30- 45	0.22	7.8	0.00	0.90	0.20	0.16	1.26	0.60	0.30	0.22	0.05	1.17
45- 60	0.29	7.8	0.00	0.90	0.20	0.35	1.45	0.80	0.10	0.43	0.02	1.35
60- 90	0.45	7.7	0.00	0.75	0.35	0.99	2.09	0.90	1.40	0.11	0.02	2.43
90-120	0.47	7.7	0.00	0.60	0.65	0.65	1.90	1.00	1.10	0.22	0.01	2.33
120-150	0.83	7.6	0.00	0.65	1.95	0.75	3.35	1.70	2.30	0.22	0.02	4.24
150-175	0.78	7.6	0.00	0.65	1.80	0.43	2.88	1.00	2.20	0.11	0.02	3.33
175-200	0.78	7.5	0.00	0.75	2.15	0.43	3.33	1.20	1.60	0.22	0.03	3.05

Cuadro 15 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 8

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.19	6.6	0.00	0.50	0.20	0.07	0.77	0.50	0.00	0.11	0.30	0.91
15- 30	0.20	6.9	0.00	0.60	0.20	0.05	0.85	0.50	0.10	0.11	0.29	1.00
30- 45	0.12	6.8	0.00	0.40	0.20	0.13	0.73	0.20	0.30	0.11	0.15	0.76
45- 60	0.21	7.1	0.00	0.55	0.20	0.33	1.08	0.30	0.10	0.43	0.17	1.00
60- 90	0.25	7.2	0.00	0.60	0.20	0.50	1.30	0.60	0.20	0.33	0.20	1.33
90-120	0.28	7.3	0.00	0.60	0.25	0.55	1.40	0.80	0.20	0.11	0.20	1.31
120-150	0.25	7.6	0.00	0.60	0.25	0.39	1.24	0.70	0.30	0.11	0.19	1.30
150-175	0.25	7.6	0.00	0.60	0.30	0.26	1.16	0.60	0.40	0.22	0.16	1.38
175-200	0.25	7.7	0.00	0.60	0.30	0.25	1.15	0.80	0.20	0.11	0.13	1.24

Cuadro 16 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 9

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.23	7.8	0.00	0.85	0.20	0.08	1.13	0.30	0.20	0.43	0.15	1.08
15- 30	0.18	7.8	0.00	0.65	0.20	0.06	0.91	0.40	0.20	0.22	0.12	0.94
30- 45	0.19	7.8	0.00	0.65	0.30	0.10	1.05	0.40	0.20	0.22	0.09	0.91
45- 60	0.20	7.8	0.00	0.70	0.35	0.09	1.14	0.30	0.30	0.54	0.10	1.24
60- 90	0.18	7.8	0.00	0.55	0.20	0.08	0.83	0.50	0.10	0.43	0.07	1.10
90-120	0.16	7.8	0.00	0.45	0.30	0.06	0.81	0.30	0.20	0.43	0.05	0.98
120-150	0.19	7.9	0.00	0.45	0.30	0.10	0.85	0.35	0.15	0.43	0.04	0.97
150-175	0.21	7.9	0.00	0.65	0.30	0.10	1.05	0.35	0.15	0.54	0.04	1.08

Cuadro 17 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 10

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.16	7.5	0.00	0.60	0.20	0.09	0.89	0.30	0.10	0.33	0.13	0.86
15- 30	0.17	7.3	0.00	0.60	0.25	0.08	0.93	0.25	0.15	0.33	0.12	0.85
30- 45	0.15	7.3	0.00	0.55	0.20	0.06	0.81	0.35	0.10	0.22	0.09	0.76
45- 60	0.15	7.9	0.00	0.60	0.20	0.06	0.86	0.40	0.10	0.22	0.06	0.78
60- 90	0.18	8.1	0.00	0.60	0.35	0.08	1.03	0.35	0.20	0.22	0.04	0.81
90-120	0.15	8.1	0.00	0.55	0.05	0.11	0.71	0.25	0.05	0.43	0.04	0.77
120-150	0.17	7.8	0.00	0.60	0.20	0.11	0.91	0.15	0.15	0.43	0.04	0.77
150-175	0.17	8.0	0.00	0.65	0.15	0.11	0.91	0.15	0.15	0.54	0.03	0.87
175-200	0.22	8.1	0.00	0.70	0.25	0.12	1.07	0.40	0.00	0.43	0.03	0.86

Cuadro 18 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 11

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq 100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.15	7.1	0.00	0.50	0.20	0.03	0.73	0.30	0.20	0.22	0.07	1.11
15- 30	0.14	7.5	0.00	0.50	0.15	0.06	0.71	0.40	0.10	0.22	0.10	0.82
30- 45	0.15	7.9	0.00	0.60	0.25	0.11	0.96	0.30	0.20	0.33	0.08	0.91
45- 60	0.16	7.8	0.00	0.60	0.20	0.11	0.91	0.25	0.20	0.33	0.07	0.85
60- 90	0.17	7.9	0.00	0.60	0.20	0.16	0.96	0.30	0.20	0.33	0.07	0.90
90-120	0.26	7.6	0.00	0.80	0.40	0.17	1.37	0.45	0.20	0.54	0.06	1.25
120-150	0.25	7.9	0.00	0.70	0.30	0.23	1.23	0.30	0.20	0.72	0.04	1.26
150-175	0.19	7.7	0.00	0.50	0.30	0.23	1.03	0.30	0.20	0.43	0.04	0.97
175-200	0.20	7.6	0.00	0.40	0.30	0.30	1.00	0.20	0.10	0.72	0.06	1.08

Cuadro 19 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 12

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	1.50	7.6	0.00	0.30	0.70	6.07	7.07	0.40	0.20	7.06	0.060	7.72
15- 30	1.30	7.7	0.00	0.20	0.25	6.07	6.52	0.30	0.30	5.98	0.060	6.64
30- 45	1.40	7.4	0.00	0.40	0.50	6.07	6.97	0.25	0.25	6.53	0.060	7.09
45- 60	1.40	7.4	0.00	0.30	0.50	6.07	6.87	0.25	0.25	6.53	0.060	7.09
60- 90	1.40	7.7	0.00	0.70	0.50	5.01	6.21	0.30	0.30	5.35	0.140	6.09
90-120	1.80	7.5	0.00	0.60	0.40	7.85	8.85	0.30	0.30	8.20	0.060	8.86
120-150	3.20	7.5	0.00	0.70	0.60	15.18	16.48	0.40	0.10	15.84	0.060	16.40
150-175	1.20	7.6	0.00	0.70	0.50	5.17	6.37	1.00	0.90	4.34	0.060	6.30
175-200	1.35	7.4	0.00	0.70	0.60	5.17	6.47	0.20	0.20	5.98	0.060	6.44

Cuadro 20 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 13

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.47	8.0	0.00	0.35	0.30	1.87	2.52	0.30	0.40	1.63	0.14	2.47
15- 30	0.25	8.0	0.00	0.30	0.25	0.69	1.24	0.40	0.35	0.54	0.06	1.35
30- 45	0.26	8.0	0.00	0.35	0.25	0.79	1.39	0.80	0.20	0.27	0.14	1.41
45- 60	0.25	7.9	0.00	0.30	0.30	0.61	1.21	0.90	0.20	0.27	0.19	1.56
60- 90	0.22	7.7	0.00	0.30	0.30	0.56	1.16	0.60	0.10	0.27	0.14	1.11
90-120	0.25	7.8	0.00	0.30	0.30	0.61	1.21	0.40	0.10	0.54	0.06	1.10

Cuadro 21 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 14

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.30	8.2	0.00	0.55	0.35	0.40	1.30	0.40	0.30	0.54	0.19	1.43
15- 30	0.20	8.1	0.00	0.40	0.30	0.18	0.88	0.60	0.40	0.10	0.06	1.16
30- 45	0.15	7.9	0.00	0.30	0.20	0.35	0.85	0.45	0.25	0.10	0.14	0.94
45- 60	0.15	7.8	0.00	0.25	0.25	0.21	0.71	0.30	0.30	0.10	0.26	0.96
60- 90	0.13	7.8	0.00	0.20	0.20	0.21	0.61	0.30	0.30	0.10	0.19	0.89

Cuadro 22 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 15

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	3.40	7.6	0.00	0.20	0.55	15.18	15.93	2.80	1.70	11.95	0.14	16.59
15- 30	2.50	8.0	0.00	0.50	2.10	9.08	11.68	2.15	1.55	8.15	0.14	11.99
30- 45	1.15	8.6	0.30	0.85	1.50	3.03	5.68	1.30	1.10	2.71	0.19	5.30
45- 60	0.90	8.6	0.20	1.10	1.10	2.06	4.46	0.35	0.15	3.80	0.51	4.81
60- 90	0.80	8.3	0.20	0.60	1.20	2.06	4.06	0.35	0.30	2.71	0.19	3.55
90-120	0.75	8.5	0.20	0.80	1.20	1.57	3.77	0.40	0.40	2.17	0.19	3.16
120-150	0.90	8.6	0.20	0.60	1.20	2.06	4.26	0.35	0.40	3.29	0.14	4.18

Cuadro 23 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 16

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.23	6.4	0.00	0.35	0.60	0.23	1.18	0.30	0.20	0.54	0.190	1.23
15- 30	0.25	6.3	0.00	0.30	0.50	0.51	1.31	0.45	0.35	0.54	0.140	1.48
30- 45	0.33	6.5	0.00	0.35	0.70	0.62	1.67	0.55	0.40	0.54	0.140	1.63
45- 60	0.62	6.7	0.00	0.40	0.70	2.01	3.11	1.15	1.25	0.54	0.140	3.08
60- 90	0.37	7.2	0.00	0.40	0.70	0.82	1.92	0.45	0.05	1.09	0.140	1.73
90-120	0.24	7.3	0.00	0.25	0.50	0.43	1.18	0.50	0.10	0.54	0.140	1.28
120-150	0.25	6.9	0.00	0.30	0.70	0.25	1.25	0.40	0.20	0.54	0.140	1.28
150-175	0.24	6.9	0.00	0.30	0.70	0.21	1.21	0.50	0.10	0.54	0.060	1.20
175-200	0.24	6.9	0.00	0.30	0.70	0.21	1.21	0.30	0.15	0.54	0.060	1.05

Cuadro 24 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 17

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.34	6.9	0.00	0.30	0.40	1.02	1.72	1.20	0.20	0.10	0.26	1.76
15- 30	0.23	7.2	0.00	0.55	0.50	0.14	1.19	0.45	0.45	0.10	0.26	1.26
30- 45	0.14	7.3	0.00	0.22	0.30	0.21	0.73	0.20	0.10	0.27	0.19	0.76
45- 60	0.16	6.8	0.00	0.30	0.23	0.25	0.78	0.15	0.30	0.27	0.14	0.86
60- 90	0.10	7.1	0.00	0.20	0.25	0.25	0.70	0.30	0.10	0.10	0.14	0.64
90-120	0.07	7.2	0.00	0.20	0.23	0.20	0.63	0.25	0.15	0.27	0.38	1.05

Cuadro 25 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 18

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.73	8.1	0.00	1.30	0.60	1.80	3.70	0.20	0.35	2.71	0.64	3.90
15- 30	0.57	8.3	0.10	0.55	0.30	1.57	2.52	0.20	0.25	1.63	0.51	2.59
30- 45	0.23	8.3	0.10	0.50	0.30	0.59	1.49	0.20	0.35	0.54	0.14	1.23
45- 60	0.22	7.5	0.00	0.15	0.15	0.74	1.04	0.20	0.25	0.54	0.19	1.18
60- 90	0.15	7.6	0.00	0.25	0.25	0.10	0.60	0.20	0.30	0.14	0.14	0.78
90-120	0.15	7.7	0.00	0.15	0.35	0.08	0.58	0.40	0.20	0.10	0.06	0.76

Cuadro 26 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 19

Prof. (cm)	CE		Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
	mmhos/cm	pH	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.59	7.8	0.00	0.55	0.30	1.82	2.67	0.55	0.75	1.63	0.06	2.99
15- 30	0.72	8.0	0.00	1.50	0.35	1.82	3.67	0.40	0.50	2.71	0.19	3.80
30- 45	0.45	7.0	0.00	0.70	0.50	1.29	2.49	0.10	1.50	1.08	0.19	2.87
45- 60	0.21	7.7	0.00	0.35	0.10	0.51	0.96	0.20	0.10	0.54	0.14	0.98
60- 90	0.17	7.9	0.00	0.35	0.25	0.25	0.85	0.20	0.20	0.27	0.14	0.81
90-120	0.12	7.7	0.00	0.35	0.25	0.06	0.66	0.20	0.20	0.27	0.14	0.81

Cuadro 27 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 20

Prof. (cm)	CE		Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
	mmhos/cm	pH	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.76	7.7	0.00	1.00	0.70	0.98	2.68	0.70	0.60	1.09	0.14	2.53
15- 30	0.61	8.0	0.00	1.10	0.30	2.06	3.46	0.35	0.45	2.17	0.19	3.16
30- 45	0.28	7.9	0.00	0.30	0.15	1.03	1.48	0.45	0.65	0.27	0.14	1.51
45- 60	0.26	7.5	0.00	0.35	0.30	0.41	1.06	0.35	0.45	0.27	0.14	1.21
60- 90	0.24	7.6	0.00	0.35	0.30	0.41	1.06	0.35	0.30	0.27	0.26	1.18
90-120	0.22	7.7	0.00	0.40	0.05	0.61	1.06	0.40	0.40	0.27	0.06	1.13
120-150	0.19	7.9	0.00	0.40	0.20	0.21	0.81	0.20	0.25	0.27	0.06	0.78

Cuadro 28 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 21

Prof. (cm)	CE		Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
	mmhos/cm	pH	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	2.00	7.2	0.00	2.90	1.90	6.04	10.84	0.95	0.80	8.20	0.19	10.14
15- 30	0.22	7.3	0.00	0.45	0.60	0.17	1.22	0.45	0.35	0.27	0.06	1.13
30- 45	1.70	7.6	0.00	0.90	2.40	5.09	8.39	0.75	0.50	7.06	0.14	8.45
45- 60	2.30	7.7	0.00	1.80	1.90	7.85	11.55	0.35	0.35	10.50	0.19	11.39
60- 90	1.80	7.8	0.00	1.60	1.90	5.09	8.59	0.40	0.10	8.20	0.06	8.76
90-120	1.50	7.8	0.00	1.35	1.80	4.12	7.27	0.25	0.15	6.53	0.14	7.07
120-150	1.39	7.8	0.00	1.40	1.65	3.14	6.19	0.55	0.30	5.98	0.06	6.89

Cuadro 29 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 22

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	1.49	7.8	0.00	0.30	0.50	6.56	7.36	0.90	0.70	5.43	0.19	7.22
15- 30	2.90	7.6	0.00	1.00	1.00	12.74	14.74	0.80	0.60	10.90	0.19	12.49
30- 45	3.60	7.5	0.00	2.60	3.50	12.74	18.84	1.00	0.40	16.30	0.06	17.76
45- 60	2.40	7.6	0.00	1.60	2.50	7.85	11.95	0.40	0.30	10.90	0.06	11.66
60- 90	1.10	7.7	0.00	1.10	0.80	3.14	5.04	0.30	0.20	4.34	0.26	5.10

Cuadro 30 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 23

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.92	7.7	0.00	0.50	1.30	3.14	4.94	0.30	0.15	4.34	0.06	4.85
15- 30	0.59	7.9	0.00	0.30	0.80	2.06	3.16	0.30	0.20	2.17	0.14	2.81
30- 45	0.39	8.2	0.00	0.20	0.60	0.82	1.62	0.40	0.30	1.08	0.26	2.04
45- 60	0.38	8.0	0.00	0.20	0.60	1.03	1.83	0.30	0.40	1.08	0.06	1.84
60- 90	0.36	8.1	0.00	0.20	0.50	0.82	1.52	0.20	0.50	1.08	0.06	1.84
90-120	0.38	8.0	0.00	0.30	0.50	0.82	1.62	0.40	0.60	0.54	0.06	1.60

Cuadro 31 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 24

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.35	6.9	0.00	0.30	0.60	0.82	1.72	0.50	0.50	0.27	0.54	1.81
15- 30	0.22	6.7	0.00	0.15	0.50	0.51	1.16	0.60	0.20	0.27	0.06	1.13
30- 45	0.27	6.8	0.00	0.15	0.50	0.62	1.27	0.45	0.20	0.54	0.06	1.25
45- 60	0.24	6.8	0.00	0.15	0.50	0.51	1.16	0.30	0.10	0.54	0.14	1.08
60- 90	0.33	7.1	0.00	0.30	0.50	0.72	1.52	0.25	0.20	1.09	0.19	1.73
90-120	0.66	7.3	0.00	0.15	0.55	2.54	3.24	0.70	0.50	2.00	0.14	3.34
120-150	0.69	7.3	0.00	0.10	1.00	2.06	3.16	0.60	0.40	2.17	0.19	3.36

Cuadro 32 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 25

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.16	7.1	0.00	0.65	0.10	0.04	0.79	0.40	0.30	0.11	0.16	0.97
15- 30	0.14	7.2	0.00	0.65	0.10	0.04	0.79	0.50	0.00	0.11	0.11	0.72
30- 45	0.12	7.5	0.00	0.50	0.10	0.05	0.65	0.40	0.10	0.11	0.08	0.69
45- 60	0.09	7.6	0.00	0.40	0.10	0.03	0.53	0.35	0.10	0.11	0.06	0.62
60- 90	0.12	7.2	0.00	0.40	0.10	0.06	0.56	0.35	0.10	0.11	0.06	0.62
90-120	0.07	7.8	0.00	0.35	0.10	0.05	0.50	0.25	0.15	0.11	0.05	0.56

Cuadro 33 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 26

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.14	6.6	0.00	0.50	0.15	0.17	0.82	0.50	0.00	0.22	0.10	0.82
15- 30	0.11	6.8	0.00	0.50	0.20	0.05	0.75	0.30	0.15	0.22	0.09	0.76
30- 45	0.09	6.9	0.00	0.50	0.20	0.03	0.72	0.30	0.10	0.33	0.05	0.78
45- 60	0.09	6.8	0.00	0.35	0.10	0.03	0.47	0.20	0.15	0.22	0.02	0.59
60- 90	0.10	7.1	0.00	0.40	0.15	0.07	0.62	0.30	0.30	0.22	0.02	0.84
90-120	0.07	6.5	0.00	0.30	0.10	0.02	0.42	0.30	0.20	0.11	0.01	0.62
120-150	0.07	6.9	0.00	0.40	0.15	0.00	0.55	0.20	0.15	0.11	0.02	0.48
150-175	0.07	7.1	0.00	0.30	0.15	0.04	0.49	0.15	0.15	0.11	0.02	0.43
175-200	0.06	6.8	0.00	0.35	0.25	0.02	0.62	0.15	0.10	0.22	0.03	0.50

Cuadro 34 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 27

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.08	6.2	0.00	0.40	0.15	0.00	0.55	0.20	0.10	0.22	0.09	0.61
15- 30	0.09	6.4	0.00	0.45	0.15	0.00	0.60	0.30	0.10	0.33	0.12	0.85
30- 45	0.15	7.2	0.00	0.70	0.15	0.03	0.88	0.30	0.15	0.33	0.13	0.91
45- 60	0.14	7.3	0.00	0.60	0.15	0.05	0.80	0.30	0.10	0.33	0.13	0.86
60- 90	0.16	7.2	0.00	0.50	0.25	0.07	0.82	0.25	0.15	0.33	0.08	0.81
90-120	0.13	7.4	0.00	0.55	0.15	0.05	0.75	0.25	0.15	0.33	0.06	0.79
120-150	0.09	7.3	0.00	0.35	0.15	0.07	0.57	0.20	0.10	0.22	0.04	0.56
150-175	0.08	7.4	0.00	0.25	0.15	0.06	0.46	0.20	0.20	0.22	0.05	0.67
175-200	0.09	7.3	0.00	0.35	0.10	0.06	0.51	0.20	0.10	0.33	0.06	0.69

Cuadro 35 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 28

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.28	7.2	0.00	0.50	0.20	0.32	1.02	0.45	0.40	0.27	0.13	1.25
15- 30	0.18	7.3	0.00	0.55	0.20	0.34	1.09	0.30	0.20	0.54	0.07	1.11
30- 45	0.25	7.6	0.00	0.75	0.20	0.35	1.30	0.25	0.25	0.76	0.05	1.31
45- 60	0.23	7.5	0.00	0.70	0.20	0.29	1.19	0.50	0.15	0.54	0.04	1.23
60- 90	0.16	7.6	0.00	0.50	0.20	0.12	0.82	0.30	0.20	0.27	0.02	0.79
90-120	0.08	7.5	0.00	0.30	0.15	0.07	0.52	0.25	0.15	0.10	0.02	0.52
120-150	0.14	7.4	0.00	0.40	0.30	0.09	0.79	0.25	0.05	0.33	0.03	0.66

Cuadro 36 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 29

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.16	7.6	0.00	0.75	0.30	0.09	1.14	0.30	0.10	0.43	0.07	0.90
15- 30	0.60	7.9	0.00	0.70	0.90	1.01	2.61	1.00	0.35	1.07	0.10	2.52
30- 45	0.90	7.9	0.00	0.55	0.65	2.54	3.74	2.10	1.15	1.07	0.05	4.37
45- 60	0.55	7.9	0.00	0.55	0.30	1.52	2.37	1.10	0.20	1.07	0.08	2.45
60- 90	0.26	7.9	0.00	0.55	0.30	0.26	1.11	0.20	0.10	0.65	0.06	1.01
90-120	0.18	7.7	0.00	0.60	0.40	0.20	1.20	0.10	0.10	0.54	0.08	0.82
120-150	0.58	8.1	0.00	0.90	0.40	0.80	2.10	0.50	0.10	1.73	0.05	2.38
175-200	0.72	8.4	0.00	1.10	0.35	1.10	2.55	0.50	0.05	1.95	0.02	2.52

Cuadro 37 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 30

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.13	6.7	0.00	0.40	0.20	0.10	0.70	0.30	0.00	0.33	0.03	0.66
15- 30	0.12	6.9	0.00	0.50	0.15	0.06	0.71	0.30	0.00	0.22	0.06	0.58
30- 45	0.21	7.0	0.00	0.50	0.25	0.28	1.03	0.55	0.15	0.33	0.07	1.10
45- 60	0.20	7.0	0.00	0.50	0.15	0.31	0.96	0.65	0.05	0.33	0.07	1.10
60- 90	0.11	7.2	0.00	0.40	0.20	0.08	0.68	0.20	0.20	0.22	0.05	0.67
90-120	0.10	7.3	0.00	0.45	0.25	0.07	0.77	0.30	0.15	0.22	0.03	0.70
120-150	0.10	7.4	0.00	0.35	0.30	0.04	0.69	0.15	0.00	0.33	0.03	0.51

Cuadro 38 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 31

Prof. (cm)	CE. mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.14	7.1	0.00	0.55	0.30	0.04	0.89	0.35	0.00	0.54	0.07	0.96
15- 30	0.15	7.2	0.00	0.55	0.20	0.04	0.79	0.25	0.20	0.33	0.06	0.84
30- 45	0.10	7.4	0.00	0.50	0.25	0.04	0.79	0.30	0.10	0.22	0.04	0.66
45- 60	0.16	7.4	0.00	0.50	0.25	0.14	0.89	0.20	0.20	0.65	0.04	1.09
60- 90	0.17	7.7	0.00	0.50	0.20	0.04	0.74	0.20	0.20	0.33	0.03	0.76
90-120	0.14	7.7	0.00	0.55	0.20	0.03	0.78	0.20	0.20	0.54	0.02	0.96

Cuadro 39 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 32

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.11	7.1	0.00	0.60	0.20	0.00	0.80	0.25	0.25	0.22	0.09	0.81
15- 30	0.11	7.4	0.00	0.55	0.20	0.01	0.76	0.30	0.20	0.33	0.08	0.91
30- 45	0.12	7.5	0.00	0.70	0.10	0.04	0.84	0.45	0.05	0.33	0.07	0.90
45- 60	0.11	7.4	0.00	0.55	0.10	0.02	0.67	0.35	0.20	0.33	0.07	0.95
60- 90	0.14	7.4	0.00	0.60	0.20	0.03	0.83	0.40	0.15	0.22	0.07	0.84
90-120	0.12	7.5	0.00	0.55	0.10	0.02	0.67	0.40	0.15	0.22	0.06	0.83
120-150	0.11	7.5	0.00	0.60	0.15	0.04	0.79	0.30	0.25	0.33	0.07	0.95

Cuadro 40 Contenido de sales solubles determinado en el extracto acuoso suelo:agua 1:5 :pozo 33

Prof. (cm)	CE mmhos/cm	pH	Aniones meq/100g de suelo					Cationes meq/100g de suelo				
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	total
0- 15	0.16	6.7	0.00	0.40	0.20	0.06	0.66	0.30	0.00	0.11	0.07	0.48
15- 30	0.13	7.4	0.00	0.50	0.15	0.05	0.70	0.20	0.20	0.11	0.05	0.56
30- 45	0.14	7.1	0.00	0.50	0.25	0.05	0.80	0.30	0.10	0.11	0.05	0.56
45- 60	0.13	7.2	0.00	0.50	0.15	0.07	0.72	0.35	0.10	0.11	0.04	0.60
60- 90	0.10	7.4	0.00	0.40	0.20	0.02	0.62	0.30	0.20	0.11	0.04	0.65
90-120	0.13	7.6	0.00	0.45	0.25	0.03	0.73	0.30	0.10	0.33	0.03	0.76
120-150	0.08	7.5	0.00	0.35	0.30	0.00	0.65	0.20	0.20	0.22	0.02	0.64
150-175	0.12	7.4	0.00	0.35	0.35	0.02	0.72	0.20	0.15	0.33	0.03	0.71
175-200	0.14	7.2	0.00	0.35	0.35	0.06	0.76	0.40	0.00	0.33	0.03	0.76

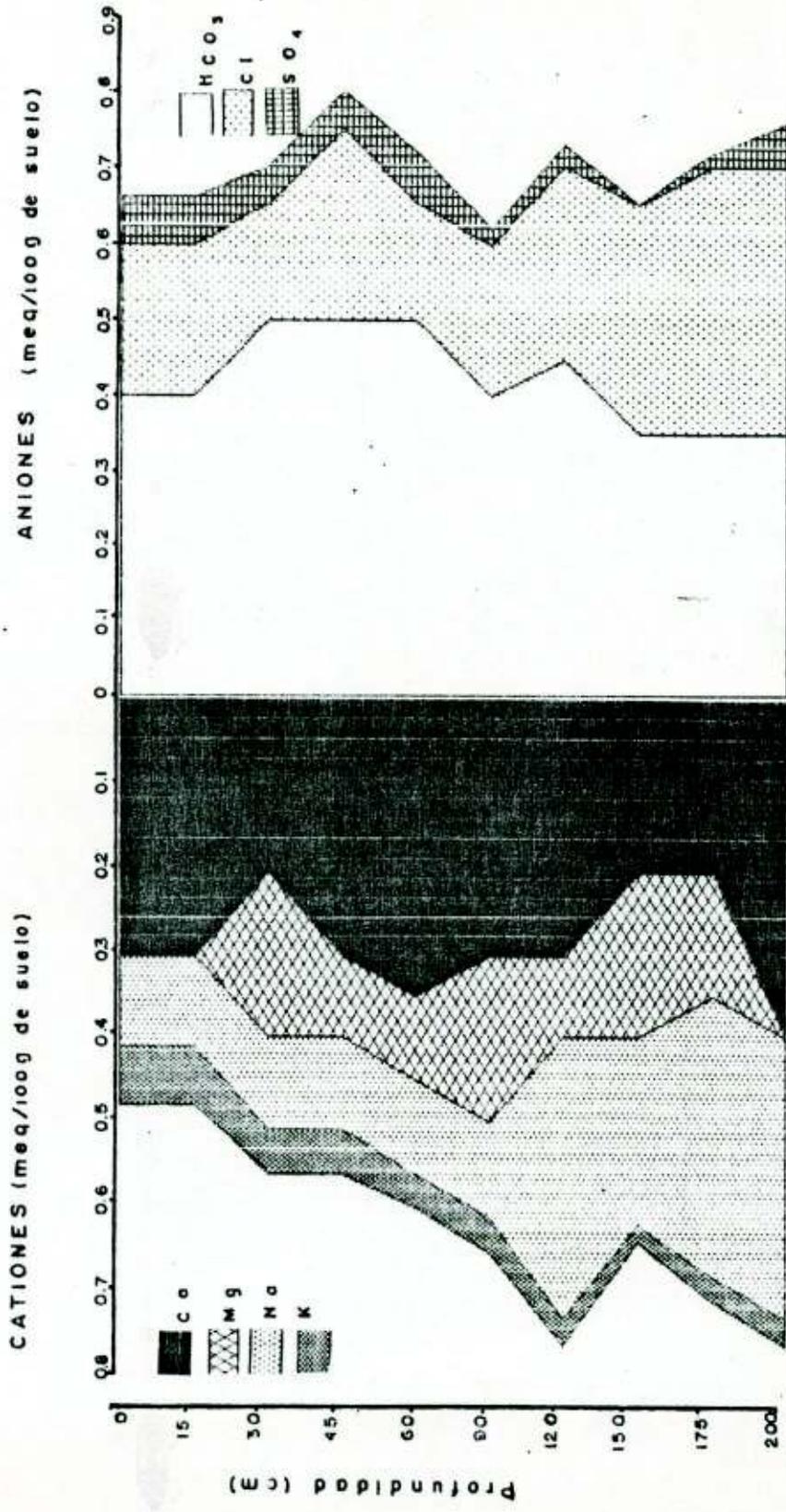


Fig-4 Distribución de la composición de las sales solubles determinadas en el extracto suelo-agua 1:5. Pozo. 33

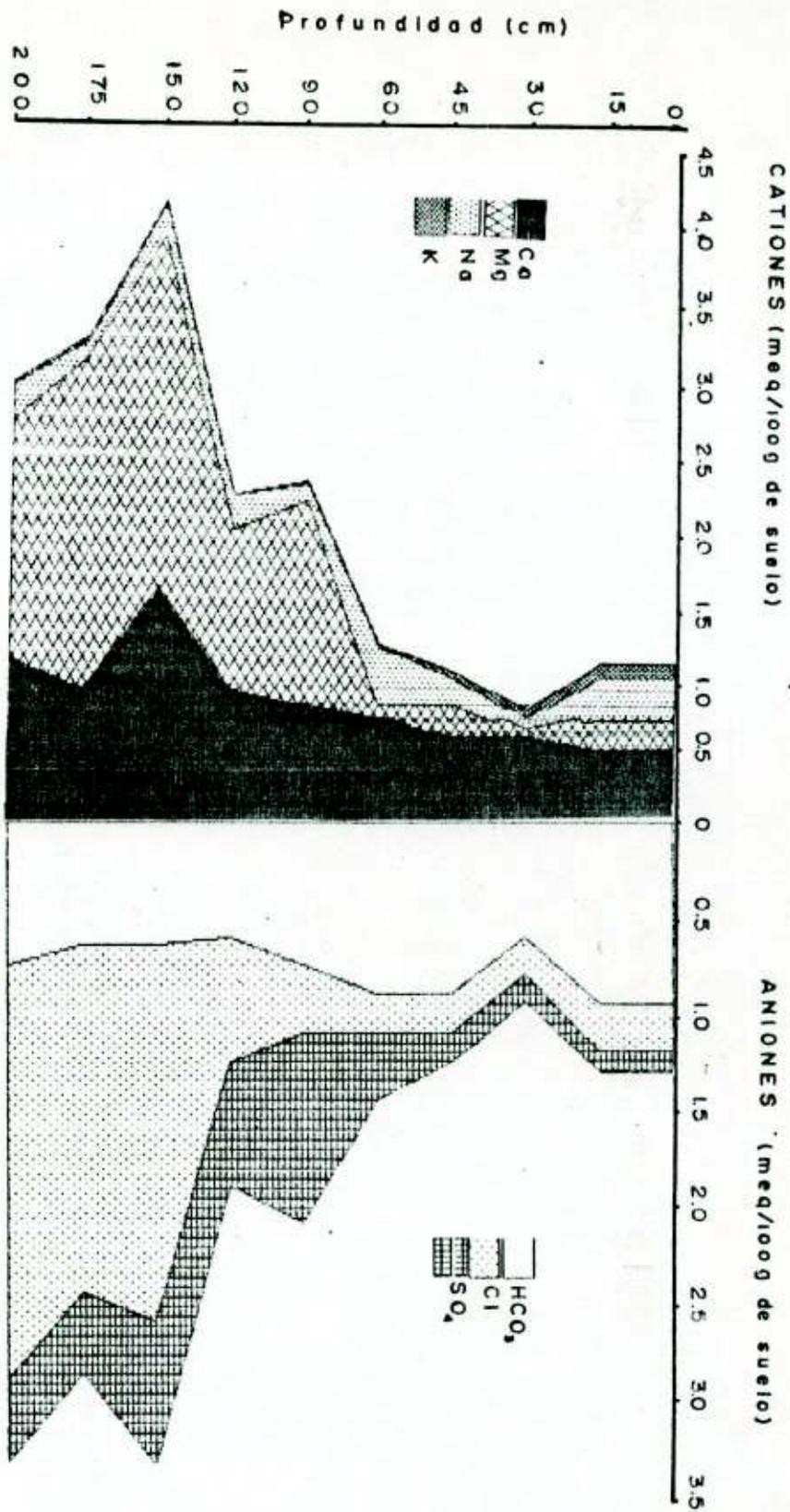


Fig- 5 Distribucion de la composicion de los sales solubles determinadas en el extracto suelo-agua 1:5. Pozo, 7

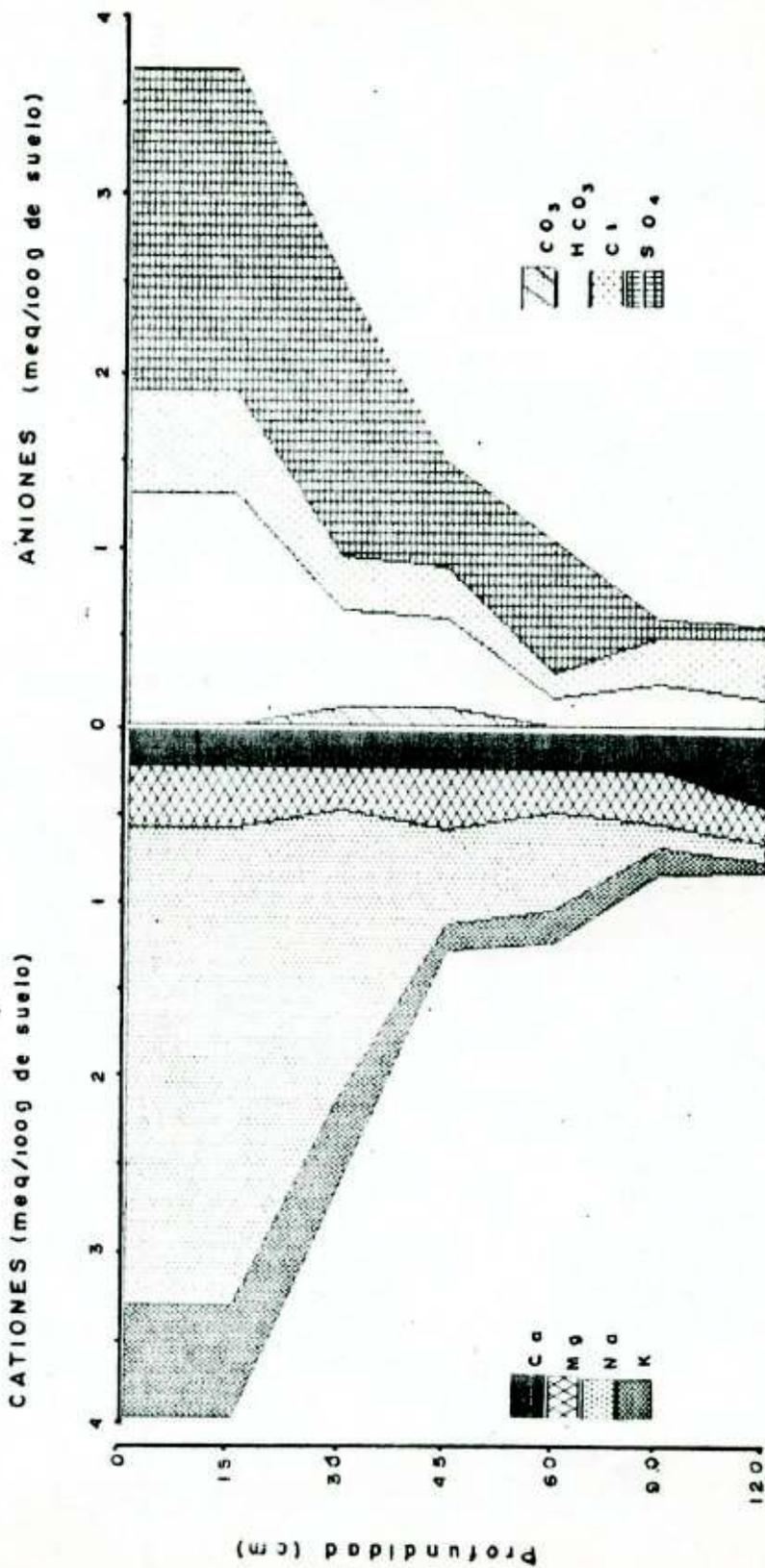


Fig-6 Distribución de la composición de las sales solubles determinados en el extracto suelo-agua 1:5.

Pozo, 18

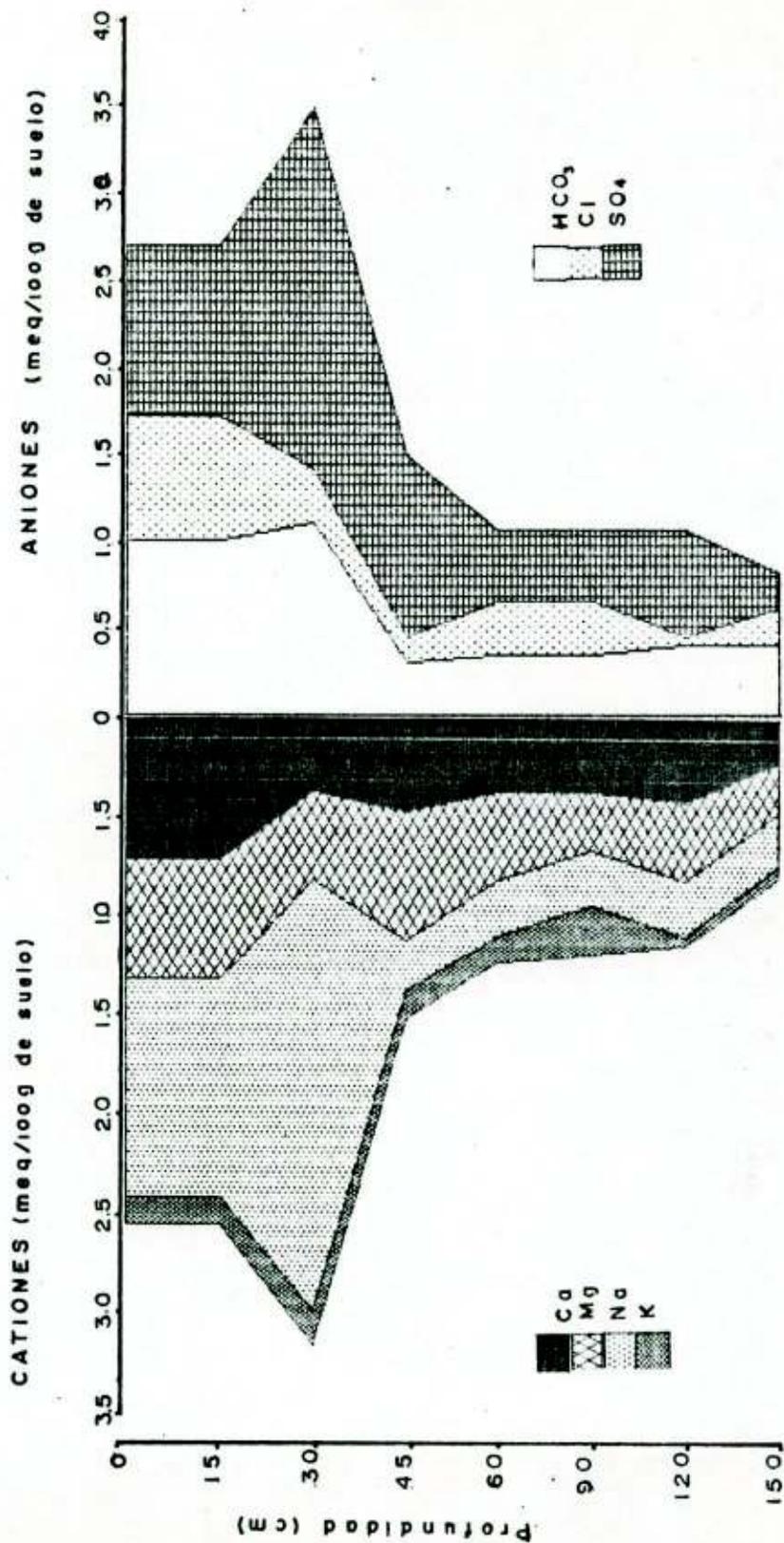


Fig- 7 Distribución de la composición de las sales solubles determinadas en el extracto suelo-agua 1:5.

Pozo, 20

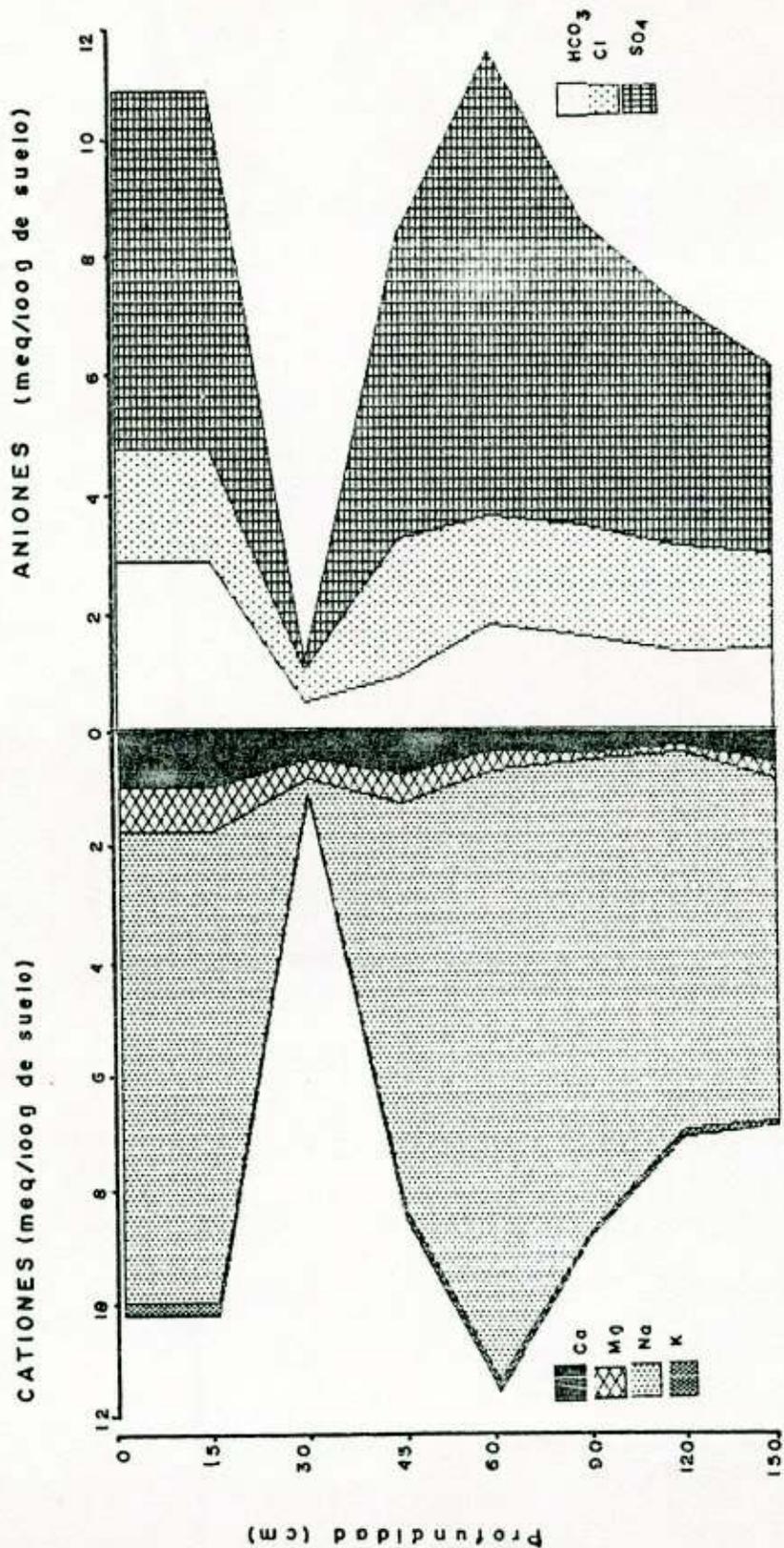


Fig- 8 Distribución de la composición de las sales solubles determinadas en el extracto suelo-agua 1:5.

Pozo. 21