

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Aplicación de Láminas de Lavado, Unitarias y
Fraccionadas en Suelos Salinos.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

P R E S E N T A

MAXIMILIANO CERVANTES RAMIREZ

GUADALAJARA, JALISCO. - 1978

A MI MADRE

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MI ESPOSA E HIJO

A LA MEMORIA
DE MI ABUELA
SRA. CONCEPCION GOMEZ

A MI TIA
SRA. ROSARIO RAMIREZ

A MIS HERMANOS
MARTHA, FAUSTO, J. MANUEL Y MIGUEL

A MI ESCUELA

A MIS COMPAÑEROS

MI SINCERO AGRADECIMIENTO AL ING. RAFAEL ORTIZ-
MONASTERIO POR SU AYUDA Y CONSEJOS, ENCAMINADOS
SIEMPRE A MI SUPERACION.

I N D I C E

	Página
CAPITULO I. INTRODUCCION.	1
CAPITULO II. OBJETIVOS.	3
CAPITULO III. REVISIÓN DE LITERATURA.	4
CAPITULO IV. ANTECEDENTES GENERALES DEL VALLE DE MEXICALI	7
4.1. Localización	7
4.2. Altitud	7
4.3. Clima	8
4.4. Suelos	8
4.5. Hidrología	11
4.6. Causas que provocaron el ensalitra- miento de los suelos del Valle	11
CAPITULO V. MATERIALES Y METODOS.	15
5.1. Localización geográfica del sitio - experimental	15
5.2. Características del suelo	15
5.2.1. Características Físicas	15
5.2.2. Características Químicas	16
5.2.3. Características Químicas del Agua de Riego	16
5.3. Descripción del Experimento	17
5.3.1. Sin cultivo	17
5.3.2. Factor de variación	17
5.3.3. Tratamientos	18
5.3.4. Diseño experimental	18

	Página
5.3.5. Variable de respuesta	18
5.3.6. Preparación del terreno	18
5.3.7. Establecimiento del experimento	18
5.3.8. Muestreo de suelos	18
5.3.9. Aplicación de los tratamientos	19
5.3.10. Metodología seguida para aplicar los riegos	19
5.3.11. Lámina de lavado total calculada	20
5.3.12. Análisis de las muestras obteni- das	20
 CAPITULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	 23
6.1. Parámetros del suelo	23
6.2. Desplazamiento de sales a través del -- proceso de lavado	24
6.3. Comportamiento de los aniones y catio - nes, de pH y del RAS a través del proce so de lavado.	29
 CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	 36
 CAPITULO VIII. RESUMEN.	 39
 BIBLIOGRAFIA.	 42
 APENDICE.	 44

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO No. 1. Características químicas del agua de riego	16
CUADRO No. 2. Valores de salinidad del suelo ponderados a un metro de espesor y expresados en CE (milimhos/cm.) obtenidos antes y después de la aplicación de la lámina de lavado	26
CUADRO No. 3. Análisis de covarianza	27
CUADRO No. 4. Cuadro comparativo de la salinidad por capas antes y después de aplicar la lámina de lavado	30
CUADRO No. 5. Descensos de la salinidad en cada uno de los tratamientos y repeticiones expresados en milimhos/cm. y en porcentaje	31
CUADRO No. 6. Tabla comparativa del pH antes y después de la recuperación del suelo	32
CUADRO No. 7. Tabla comparativa de RAS antes y después de la recuperación del suelo	33
CUADRO No. 8. Valores del PSI antes y después de la recuperación del suelo	34
CUADRO No. 9. Valores de α	35

A P E N D I C E

A) CUADROS

Cuadro No. 4. Cuadro comparativo de la salinidad por capas de muestreo antes y después de aplicar la lámina de lavado.

Cuadro No. 5. Descensos de la salinidad en cada uno de los tratamientos y repeticiones expresados en milimhos/cm, a 25° C y en porcentaje.

Cuadro No. 6. Tabla comparativa del pH antes y después de la recuperación del suelo.

Cuadro No. 7. Tabla comparativa de RAS antes y después de la recuperación del suelo.

Cuadro No. 8. Valores del PSI antes y después del lavado del suelo.

Cuadro No. 9. Valores de α .

B) FIGURAS

Figura No. 1. Curva de retención de humedad del suelo en una capa de 0-20 cm.

Figura No. 2. Curva de retención de humedad del suelo en una capa de 0-40 cm.

Figura No. 3. Curva de retención de humedad del suelo en una capa de 0-60 cm.

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

El Valle de Mexicali, conocido oficialmente como Distrito de Riego No. 14, Rfo Colorado es uno de los más importantes en el país, tanto por su extensión superficial como por la influencia económica que ejerce sobre la región en que se encuentra enclavado.

Desde el inicio de la década de los sesenta, los suelos de este Distrito se han visto afectados por la acumulación de sales en las capas superficiales, que ha tenido como consecuencia la reducción en los rendimientos de los cultivos. Este problema en parte se ha solucionado mediante trabajos de rehabilitación que se han hecho en el Distrito con la construcción de drenes, canales adecuados para la conducción del agua de riego y programas encaminados a la recuperación de suelos en las áreas afectadas.

No obstante estos trabajos realizados, extensas áreas se encuentran aún afectadas por la mencionada acumulación de sales en zonas del perfil del suelo que perjudican el buen desarrollo de los cultivos, por lo que se requiere de información sobre la manera más adecuada en la recuperación de estos suelos.

Tomando en consideración la importancia de este Distrito y la nece

· sidad que se tiene en la producción de alimentos, este trabajo está --
encaminado a participar en el rescate de los suelos afectados, la buena
conservación e incrementar la productividad de los mismos.

CAPITULO II

OBJETIVOS

Como el Valle de Mexicali, tiene una extensa área de suelos afectados por la acumulación de sales, que requieren de una recuperación por medio de lavado para poder obtener rendimientos satisfactorios, en el presente trabajo se pretende determinar la forma más adecuada para aplicar una lámina de lavado de suelos, que pueda remover las sales a una profundidad donde no afecte el cultivo por establecer, esto, mediante prueba de lavado de suelos, utilizando láminas unitarias y fraccionadas en 2, 3 y 4 partes iguales, aplicadas en un suelo salino.

C A P I T U L O I I I
R E V I S I O N D E L I T E R A T U R A

ACEVES N.E.

(1).- Siendo el agua el principal vehículo mediante el cual se mueven las sales, es necesario que los suelos cuenten con un buen drenaje, para que una vez que el agua pasa la zona radicular salga del área llevándose las sales.

Aunque se cuente con agua de buena calidad, por lo que a sus características químicas se refiere, si no se cuenta con drenaje apropiado puede elevarse el nivel freático y por capilaridad y evaporación -- ensalitrar las capas superiores del suelo. Este tipo de ensalitramiento es muy común en muchos suelos bajo riego.

F. VAN MAREN A.

(5).- Las aplicaciones de lámina de lavado en forma fraccionada son más efectivos que en forma unitaria y continua. Durante el secado el suelo se contrae, incrementándose el agrietamiento, lo cual acelera al movimiento de humedad a través del perfil del suelo.

(5).- Suelos de textura fina tales como arcilla y limo requieren más agua aplicada con menos frecuencia que los suelos de textura arenosa.

Pequeñas cantidades de agua aplicadas frecuentemente son más efi-

cientes que la misma cantidad aplicada con menor frecuencia y en volúmenes grandes.

DE LA PEÑA I.

(4).- El método de lavado con el que se obtienen mejores resultados es proporcionando láminas pequeñas e intermitentes sobre franjas con menos anchura y longitud para manejar mejor el agua aplicada.

DE LA PEÑA I.

(4).- Se ha obtenido en trabajos de recuperación de suelos, que se requiere aproximadamente un centímetro y medio de lámina de lavado por cada uno de los milimhos que se quiera bajar, siempre que los contenidos de sales estén arriba de 30 milimhos y abajo de 60, y un cm. de lámina de agua cuando la salinidad sea mayor de 60 milimhos, en ambos casos el agua de riego no debe tener contenidos de más de 25% de carbonatos.

PALACIOS V.O.

(11).- Recomienda aplicar la lámina de lavado en riegos intermitentes, de la siguiente manera: 1) láminas en cada riego de 7-9 cm. en suelos de textura ligera; 9-11 cm. en suelos de textura media y de 11 a 15 cm. en suelos pesados. 2) con intervalos entre el final de un riego y el principio del siguiente de 1 a 3 días, en suelos de textura ligera; 2 a 4 días en suelos de textura media y de 3 a 6 días en suelos pesados.

LLERENA.

(8).- Para aumentar la eficiencia del lavado, Llerena recomienda realizar la primera aplicación de agua con la mayor cantidad posible, y las siguientes efectuarlas con la mínima cantidad de agua que las --

condiciones del suelo lo permitan,

Además recomienda que cuando en el proceso de recuperación se logren valores de conductividad eléctrica cercanos a 20 milimhos/cm. se termine el lavado y se implante un cultivo tolerante para complementar con aplicaciones de riegos pesados en el proceso, con el fin de aumentar la eficiencia del lavado y disminuir los costos y el tiempo de recuperación.

CAPITULO IV

ANTECEDENTES GENERALES

El Valle de Mexicali, conocido oficialmente como Distrito de Riego No. 14, Río Colorado, es uno de los más importantes en el país, tanto por su extensión superficial como por la influencia económica que ejerce en la región en que se encuentra enclavado, se localiza en el extremo noroeste de la República, al norte de los Estados de Baja California y Sonora en la porción que éstos colindan con California y Arizona, de la Unión Americana. (10).

4.1. Localización.

Su situación geográfica es la siguiente:

114° 45' a 115° 40' Long. W. tomando como base el meridiano de Greenwich y 31° 40' a 32° 40' de Lat. N.

4.2. Altitud.

La altura del Valle de Mexicali varía entre 2 metros bajo el nivel del mar en la línea divisoria con los EE. UU. 10 Km. al W de la ciudad de Mexicali, a 43 metros SNM en el extremo noroeste del Valle a la entrada del mismo, del Río Colorado. En el extremo sur la costa media es de 5 metros SNM, hasta donde llegan las mareas máximas del Golfo de California. (10).

4.3. Clima.

De acuerdo con la clasificación de Thorwite modificada por Contreras Arias (1942), el clima de esta región es muy seco, con humedad deficiente en todas las estaciones, semi-cálido y extremoso, que corresponde a las siglas E(d)B'i(c').

Temperatura media anual	22°C
Mínima	- 06°C
Máxima	50°C

La precipitación media anual es de 58 mm. promedio.

El número de días apreciables con lluvias en el año, 13 en promedio.

Luminosidad, días despejados es el año 300.

La evaporación media anual es de 2330 mm. (promedio cinco años), y varía entre 56 mm. en los meses de diciembre y 390 en los meses de julio y agosto.

4.4. Suelos.

Estos son de origen mineralógico indeterminado, aluviales y recientes, formados por acumulaciones sucesivas de materiales en suspensión, arrastrados por las grandes avenidas del Río Colorado antes que se construyeran las presas de almacenamiento Hoover, Boulder, Davis y Parker, en el vecino país del norte.

Los suelos de la planicie de inundación están generalmente formados por materiales que varían desde arenas medias, finas, muy finas o limos hasta arcilla, que corresponden prácticamente a cada una de las avenidas del río antes de su control por las presas mencionadas.

En el Valle se localizan dos grandes áreas de suelos muy compactos y arcillosos, una situada en el extremo noroeste del Valle y la otra -- en la parte SW del mismo.

En el resto del Valle, las capas sucesivas de distintos materiales que originaron estos suelos, son mucho más notables, haciéndose los perfiles cada vez más ligeros a medida que se acercan a la actual ribera del río.

Se determinaron seis series de suelos, en los ahora Valles de Mexicali y San Luis, al llevarse a cabo un estudio agrológico de estos suelos. En este caso sólo se mencionaron cuatro y se describirá la que se considera más importante por su extensión y por ser en la que se efectue el presente trabajo.

Serie Imperial

Serie Holtville

Serie Meloland

Serie Superstition, y

La Serie Gila que es predominante en el Valle y está dividida en dos fases, Fase Ligera y Fase Pesada.

Serie Gila Fase Ligera. El perfil de estos suelos es como su nombre lo indica, es de textura ligera; formada por un gran número de estratos superpuestos de muy diversos espesores, desde unos cuantos cms. hasta 30 o algo más. Las texturas de estos diferentes estratos, pueden ser francas, migajones arcillosos, muy ligeros, migajones limosos, migajones arenosos o simplemente limos o arenas finas, pueden encontrarse hasta 11 ó 12 capas como las descritas en el perfil de dos metros que

se estudia agrológicamente, algunas veces se presentan uno o dos estratos de escaso espesor, de arcilla aunque esto no es lo común.

Los suelos de esta serie se encuentran en grandes masas cercanas o colindantes con los márgenes del Río Colorado. Su drenaje natural es muy bueno, compacidad suave, la estructura puede ser granular o amorfa en los casos de arenas y suelos francos y laminar en el caso de limos o migajones limosos dependiendo del material que forma cada capa. Se clasifican como suelos de primera clase por suelo y por drenaje.

Serie Gila Fase Pesada. Tiene las mismas características que la Fase Ligera, en cuanto a forma de presentarse en capas superpuestas, sólo que estas capas o estratos están formados por lo general por materiales de texturas pesadas, arcillas, migajones, arcillosos, migajones arcillo limosos, etc. sin embargo, pueden presentarse también en forma esporádica, horizontes de pequeño espesor con textura ligera, tales como migajones arenosos, aunque esto no es lo común. Si el drenaje no es muy bueno si es muy aceptable, se presenta en grandes cuerpos entre las Series Pesadas Imperial y Holtville.

Esta serie con sus dos fases ocupa el 80.37% de la superficie total del Valle, este porcentaje equivale a 247,860 hectáreas y dentro de la misma serie existe la siguiente proporción.

Serie Gila Fase Ligera 104,920 Has. 34.02% de superficie total.

Serie Gila Fase Pesada 142,940 Has. 46.35% de la superficie total.

(10).

4.5. Hidrología.

La única fuente disponible de agua con que cuenta el Valle de Mexicali, son las aguas del Río Colorado y las extraídas del subsuelo.

Las aguas del río, se encuentran reglamentadas mediante un tratado internacional firmado entre México, y E.U.A. el 3 de febrero de 1944 mediante el cual corresponden a México $1\ 850\ 234\ 000\ m^3$ en el año. Como este volumen no es suficiente para el riego de los terrenos abiertos al cultivo en el Valle, se ha venido utilizando también aguas extraídas del subsuelo mediante 625 pozos de bombeo que suman un volumen total medio anual de $1\ 100\ 000\ 000\ m^3$. (2).

4.6. Causas que provocaron el ensalitramiento de los suelos del Valle de Mexicali.

Todos los suelos del Distrito son aluviales, de acarreo, pero hay que indicar que dentro de los componentes químicos de estos materiales de acarreo figuran entre otros, una parte muy apreciable de sales de Sodio, Calcio y Magnesio (en una proporción de 45 a 50% de Na y 50 a 55% de Ca + Mg.) (12).

Por lo tanto podemos decir que todos los suelos de Distrito en mayor o menor grado están afectados por acumulación de sales, aunque los que tienen menos de cuatro milimhos de conductividad eléctrica a $25^{\circ}C$, y menos de 15% de sodio intercambiable son considerados como normales, esto es una tercera parte de los suelos del Valle (clasificación de Riverside). (12).

Por las razones anteriormente expuestas, las aguas con que se riegan estos suelos, tanto las acarreadas por el Río Colorado como

las extraídas del subsuelo por bombeo, tienen una concentración de sales que va de 900 a 1100 p.p.m. (con la siguiente proporción 50 a 60% de sales de sodio y 40 a 50% de sales de calcio más magnesio) (12).

Al principio de la década de los sesenta se presenta un grave problema, el aumento exagerado de la concentración de sales en las aguas acarreadas por el Río Colorado. El fenómeno se originó por el bombeo de aguas subterráneas salobres en el Distrito de riego americano del Wellton-Mohawk, para abatir niveles freáticos que dañaban sus suelos y sus cultivos, estas aguas se descargaban al Río Gila afluente del Colorado y llegaban a la Presa Morelos para su distribución en México (en el Valle de Mexicali). (2).

La concentración de sales contenida en las aguas de drenaje del Wellton-Mohawk era de 6090 p.p.m. (promedio), en tanto las aguas derivadas desde la Presa Morelos, salían con una concentración de 2330 p.p.m. (promedio). (12).

Por otra parte se debe tomar en cuenta el proceso de formación de los suelos de Valle, su situación geográfica, su clima, en el que la evaporación es muy superior a la precipitación pluvial, las frecuentes avenidas del Río, sus inundaciones periódicas, la calidad de estas aguas de inundación los perfiles muy arcillosos y compactos de muchos de sus suelos, la completa anarquía y el desorden con que se empezaron al regar estos terrenos, utilizando grandes volúmenes de agua conducidos por enormes canales que tuvieron que ser construidos para contener las aguas de las enormes avenidas, provocando con esto un gran desperdicio de agua, esto dio como resultado el movimiento ascendente del manto freático, acrecentado por la ausencia de drenaje, y que acarrea-

ban de paso hacia la superficie las sales que se concentraban en las capas inferiores del suelo. Todo esto contribuyó para la salinización de estos suelos. (12).

NOTA. El presente trabajo se planeó inicialmente para llevarse a cabo de la siguiente manera: se evaluarían tres láminas de lavado fraccionadas en láminas parciales y una lámina unitaria aplicadas en un suelo salino sódico.

Considerando en este caso cuatro tratamientos con tres variables - cada uno de ellos, las variables estarían en función de la humedad en el suelo. Primeramente se aplicaría el tratamiento de lámina unitaria y la primera de las fracciones de los otros tres tratamientos, considerando la humedad del suelo como constante para los cuatro tratamientos al momento de aplicar la lámina unitaria y las tres primeras láminas parciales. Enseguida se tomarían muestras para determinar la humedad a tres distintas profundidades en el suelo en los tratamientos de láminas fraccionadas, de tal manera que cuando se consumiera hasta el 50% de la humedad aprovechable en las capas de 0-20, 0-40 y 0-60 cms. se aplicaría la siguiente fracción de los tratamientos que se tendrían que aplicar en esta forma. De esta manera se procedería hasta completar las cuatro láminas totales. (Fig. 1, 2 y 3).

Como en el suelo no se consumió el agua hasta el 50% de la humedad aprovechable que se esperaba en las profundidades de 0-40 cm. y 0-60 cm. en un lapso de tiempo en el que se pudiera obtener resultados satisfactorios, se tomó la decisión de aplicar la lámina parcial correspondiente una vez que se terminara con las del primer rango (a), que fueron los que se aproximaron considerablemente en promedio a la humedad fija-

da, en un promedio de 28 días (este intervalo se contó a partir del día que desapareció el espejo de agua en la parcela hasta la siguiente aplicación).

Tomando en cuenta estas condiciones se decidió hacer la evaluación simple de los cuatro tratamientos, ya que no se había hecho antes en el Distrito, por lo que se considera de mucha utilidad, puesto que existe el problema de la salinidad y esta evaluación nos ayudará a mejorar trabajos que se hagan posteriormente, y que nos ayudarán a hacer mejor uso del elemento agua en la recuperación de suelos salinos.

Por lo tanto en este trabajo sólo se hace la evaluación de la aplicación de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones sin tomar en cuenta las variables de cada tratamiento como se planearon inicialmente.

CAPITULO V

MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización del sitio experimental.

El presente trabajo, se realizó en la parcela No. 60 del Ejido Nuevo León, Municipio de Mexicali, B.C., este terreno se encuentra ubicado aproximadamente en la parte central del Valle.

Se localiza en las coordenadas siguientes:

115° 10' de longitud W. y 32° 25' de latitud N.

5.2. Características del suelo.

Este terreno estuvo abandonado durante 13 años, en el que la cercanía del manto freático a la superficie y la intensa evaporación provocaron la formación de un suelo salino sódico, no apto para la explotación agrícola.

Este suelo corresponde a la serie gila fase ligera, que junto con la fase pesada de esta misma serie constituyen la mayor parte de los suelos agrícolas del Valle. Por lo que se considera que la parcela seleccionada es representativa de la zona en la que se aplicará esta información.

5.1.2. Características Físicas.

Este suelo está formado por capas de texturas diferentes, en la ca-

pa de 0-60 cm. de profundidad tiene una textura de migajón arcilloso, - de 60 a 200 cm. presenta capas alternas de migajón y arena fina, a 60 - 100 cm. respectivamente se presentan 2 capas muy delgadas de arcilla -- de aproximadamente 4 cm. de espesor. Todo esto es un perfil de 2 mt. -- Tiene muy buen drenaje.

vi = .83 mm/hora.

da = 1.4

5.2.2. Características Químicas.

Las principales características del suelo son: elevado contenido - de sales solubles, expresadas en valores de conductividad eléctrica - (milimhos/cm. a 25°C.)

La salinidad promedio ponderada en un metro de espesor es de 73.42 milimhos/cm. El pH ligeramente alcalino y el PSI muy por encima de 25.

5.2.3. Características Químicas del Agua de Riego.

		P.P.M.	MEQ/lit
C.E. x 10 ⁶ a 25° C.	1450		
pH	80		
Ca ⁺⁺		96	4.8
Mg ⁺⁺		36	3.0
Na ⁺		156	6.8
Co ₃ ⁻		0	0
HCO ₃		195	3.2
Cl		181	5.1
So ₄		317	6.6
Sólidos Totales Disueltos.		983	
% de Sodio	45.9		
Proporción Na. Adsorbido	3.4		
Na ₂ CO ₃ Residual			0

Clasificación C_3S_1

Agua altamente salina, no puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. El contenido de sodio es bajo y puede usarse por este concepto para el riego de la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable a excepción de algunos frutales susceptibles. (9).

5.3. Descripción del Experimento.

5.3.1. Sin Cultivo

5.3.2. Factor de variación.

El factor de variación fue, estudiar el efecto de la aplicación -- de una lámina de lavado de suelos en forma unitaria y fraccionada, en un suelo salino sódico.

La lámina total de lavado se obtuvo por medio de la fórmula propuesta por Volovuyev (11), que tiene la siguiente expresión:

$$\text{Donde: } L = \alpha \text{ Log } \frac{C E i}{C E f}$$

L = Lámina de lavado.

CEi = Contenido inicial de sales en valores de conductividad eléctrica (CE) en milimhos/cm.

CEo = Valores permisibles de conductividad eléctrica en milimhos/cm. en el extracto de saturación del suelo después del lavado.

= Factor proveniente del tipo de salinidad que existe en el suelo.

Para calcular la lámina de lavado total se toma en cuenta la salinidad ponderada en un metro de espesor, en cada una de las parcelas, y de éstas se obtuvo un promedio general que se tomó como base para calcular dicha lámina.

5.3.3. Tratamientos.

Estos fueron los siguientes:

- A - Lámina de lavado unitaria
- B - Lámina fraccionada en dos partes iguales.
- C - Lámina fraccionada en tres partes iguales.
- D - Lámina fraccionada en cuatro partes iguales.

5.3.4. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de bloques al azar, donde se probaron cuatro formas diferentes para aplicar la lámina de lavado (tratamientos) con cuatro repeticiones.

5.3.5. Variable de respuesta.

Se llevó a cabo un control de la salinidad en un metro de espesor, en el que la variable de respuesta fue la disminución de sales en el suelo.

5.3.6. Preparación del terreno.

En la preparación del terreno solamente se pasó una rastra de discos, con el fin de remover la capa superficial del suelo, tomando en cuenta que éste tiene un buen drenaje, se construyeron los bordos para formar las parcelas y canales regadera.

5.3.7. Establecimiento del experimento.

Se trazaron las parcelas y canales tal como lo indica el plano No. 1.

5.3.8. Muestreo de suelos.

Este se llevó a cabo de la siguiente manera: un muestreo inicial -

de la parcela, varios muestreos intermedios y un muestreo final. Los muestreos consistieron en obtener en cada una de las 16 unidades muestrales sencillas, en las capas de 0-30 cm, 30-50 cm, y de 50-100 cm, tomadas aproximadamente en el centro de la parcela.

La realización de los muestreos intermedios fueron para llevar un control cualitativo y cuantitativo de la variación de la salinidad en un metro del perfil del suelo, después de la aplicación de cada lámina parcial de lavado.

Para llevar a cabo este muestreo se utilizaron barrenas del tipo "California" de 8 cm. de diámetro.

5.3.9. Aplicación de los tratamientos.

Para efectuar las aplicaciones de las láminas de lavado se utilizaron sifones de 2 pulgadas de diámetro, previamente calibrados, esto con el fin de hacer las aplicaciones con mayor precisión, y se trazaron canales cortos con varias estructuras que permitieron mantener niveles constantes de agua.

5.3.10. La metodología seguida para aplicar los riegos a los cuatro tratamientos consistió en conocer:

a). La lámina de lavado calculada para cada tratamiento de acuerdo al área de cada unidad experimental.

b). El tiempo requerido para proporcionar la lámina de lavado correspondiente a cada tratamiento de acuerdo a un número de sifones fijado, y que trabajaron con cargas hidráulicas constantes.

5.3.11. Lámina de lavado total calculada.

De acuerdo con el dato de salinidad inicial determinado con el primer muestreo se calculó una lámina de lavado promedio, con la fórmula propuesta por Volovuyev (11) resultando ser ésta de 1.02 . para llevar al suelo a una condición de salinidad equivalente a 8 mmhos/cm. a 25°C. en el extracto de saturación, y en un metro de espesor del suelo.

5.3.12. Análisis de las muestras obtenidas.

Las metodologías seguidas para efectuar la preparación y análisis de las muestras son las indicadas en el manual 60. Los análisis efectuados fueron los siguientes: conductividad eléctrica (CE) en el extracto de saturación. pH, y los siguientes aniones y cationes Ca, Mg, Cl, SO₄, CO₃, HCO₃ y el Na.

CAPITULO VI
RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Parámetros del suelo.

Láminas aplicadas y contenido de humedad del suelo.

Los valores de las constantes de humedad del espesor de 0-20 cm. - fueron: (fig.1).

$$CC = 27.2$$

$$PMP = 13.6$$

El valor promedio del contenido de humedad en la capa de suelo de 0-20 cm. en el momento de cada aplicación y su equivalente al 50% de humedad aprovechable fue de:

$$\% H = 20.4\%$$

Los valores que originaron el calculo de la lámina total de lavado son:

$$L = \text{Log.} \frac{CE1}{CE0} = .92 \quad \text{Log.} \frac{73.42}{8}$$

$L = 88.45$ a la que se le sumó el valor medio de la evaporación durante el proceso de recuperación éste fue de 14 cm. de donde:

$$\text{Lámina total} = 102.4 \text{ cm.}$$

La lámina correspondiente a cada aplicación para cada tratamiento-
fue la siguiente:

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
Lámina	102.4	51.2	34.13	25.58
No. de aplicaciones	1	2	3	4

Los tiempos de aplicación de las láminas de lavado y las fechas --
de los mismos son:

<u>Trat.</u>	<u>1ra. Aplic.</u>	<u>2da. Aplic.</u>	<u>3ra. Aplic.</u>	<u>4ta. Aplic.</u>
A-	29 Sept. al 25 Oct.			
B-	29 Sept. al 13 Oct.	B- 6 al 16 Dic.		
C-	29 Sept. al 6 Oct.	C-12 al 26 Dic.	C- 2 al 8 En.	
D-	29 Sept. al 4 Oct.	D-19 al 23 Nov.	D-27 al 20 Dic.	D- 7 al 10 Feb.

El tiempo que se ocupó en este trabajo fue de 4 meses y 15 días -
comprendidos entre el 29 de septiembre de 1976 y el 10 de febrero de -
1977, incluyendo el tiempo que se empleó en preparar el terreno.

6.2. Desplazamiento de sales a través del proceso de la- vado.

En el cuadro número cuatro se puede observar el desplazamiento de-
las sales en cada una de las tres capas de suelo muestreadas. En este -
cuadro se incluyen los valores de todas las observaciones.

Asimismo en el cuadro número tres se pueden observar los valores -
ponderados a un metro de espesor, calculados con los distintos valores-
de las 3 capas de control, después de lavado en cada una de las 16 uni-
dades experimentales. Estos valores se analizaron estadísticamente me -
diante un análisis de covarianza aplicado a un diseño de bloques al -

azar (6), en el que covariables son: la salinidad inicial y la salinidad final. (Cuadro No.2)

CUADRO No. 2 VALORES DE SALINIDAD DEL SUELO PONDERADOS A UN METRO DE ESPESOR Y EXPRESADOS - EN CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (MILIMHOS/CM.) OBTENIDOS ANTES Y DESPUES DE LA - APLICACION DE LA LAMINA DE LAVADO.

Trat./Rep	A		B		C		D		TOTAL	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	42.0	36.1	57.5	10.4	55.0	6.6	62.0	18.4	266.5	71.5
2	81.0	59.0	73.5	21.8	77.0	16.3	77.3	57.3	308.8	154.4
3	56.3	36.7	51.6	17.2	83.0	11.0	85.5	48.8	276.4	113.7
4	46.0	30.0	79.5	25.9	70.0	8.7	75.3	33.3	270.8	97.9
TOTAL	275.3	161.8	262.1	75.3	285.0	42.6	300.1	157.8	1122.5	437.5

DONDE:

X = SALINIDAD INICIAL (Antes del Lavado)

Y = SALINIDAD FINAL (Después del Lavado).

CUADRO No. 3

Variable	F.V.	S.C.T.	No.Obs. para S.C.	No. Obs. Tot. por Variable	Total de C. x Obs. (2÷4)
XX	(Ex) ²	1260006.2	1	16	78750.38
	Rep.	316109.3	4	4	79027.32
	Trat.	315771.5	4	4	78942.87
	Obs.	81544.6	16	1	81544.63
XY	EXY	491093.7	1	16	30693.3
	Rep. *	12467.4	4	4	31167.8
	Trat.	123776.4	4	4	30944.1
	Obs.	31565.3	16	1	31535.3
YY	(EY) ²	191406.2	1	16	11962.9
	Rep.	51463.7	4	4	12865.9
	Trat.	58564.9	4	4	14641.2
	Obs.	16199.2	16	1	16199.2

ANALISIS DE COVARIANZA

F.V.	SCx	Sp	SCy	GL	RESIDUAL			
					SC	GL	CM	F
Total	2794.2	842.0	4236.3	15				
Rep.	276.9	474.5	903.3	3				
Trat.	192.5	250.7	2678.3	3	2681.5	3	393.8	17.96
Error	2324.8	116.8	454.9	9	398.1	8	49.7	
Trat. +								
Error	2517.3	367.5	3133.3	12	3079.6	11		

Los tratamientos que mostraron mayor eficiencia en la recuperación del suelo fueron los que se aplicaron en láminas fraccionadas, y éstos a su vez mostraron mejores resultados a medida que las fracciones o láminas parciales fueron más pequeñas, a excepción del tratamiento D, en el que la eficiencia de lavado fue mínima y se supone que los intervalos de riego ejercieron una influencia determinante sobre éste, ya que se considera que las aplicaciones de las láminas parciales se deben hacer con mayor frecuencia para evitar con esto el ascenso de sales de las capas profundas a la superficie, que probablemente en este caso se debe a dos razones: a) no se rompió la capilaridad del suelo entre riego -- y 2) el intervalo de riego fue muy amplio, de tal manera que permitió la evaporación del agua superficial del suelo y ésta activó el movimiento del agua capilar hacia la superficie y con ello el arrastre de sales.

El análisis estadístico resultó altamente significativo, y se hizo la comparación entre medias de tratamiento ajustadas por covarianza (6).

Medias ajustadas por covarianza (6)

$$\begin{array}{rcl}
 X = 70.1 & Y_1 & = 40.3 \\
 & Y_2 & = 19.0 \\
 & Y_3 & = 10.5 \\
 & Y_4 & = 40.6
 \end{array}$$

C- 59.56 B- 50.80 A- 29.80 D- 29.50

El tratamiento C resultó significativo entre los tratamientos A y D, entre los tratamientos B, A y D no hubo significancia, tampoco la hubo entre C y B.

6.3. Comportamiento de los cationes y aniones, del pH -- y el RAS a través del proceso de lavado.

El desplazamiento de Ca + Mg, Na y Cloruros tuvo una tendencia a disminuir en una forma semejante a la CE de los diferentes tratamientos, esto se debe a la alta solubilidad que poseen éstos.

El anión Sulfato, en todos los tratamientos presentó un decremento con el lavado, con respecto de la concentración inicial del suelo.

La relación de adsorción de Sodio, no mostró una tendencia absoluta, aunque en la mayoría de los casos esté manifiesto un descenso, principalmente en las capas superiores, y en los tratamientos en los que se aplicaron láminas fraccionadas. (Cuadro No. 6). Esto significa que en las condiciones en que se realizó este trabajo se puede recuperar el -- suelo sin necesidad de mejoradores químicos que comúnmente se recomiendan en la recuperación de suelos salino sódicos, ya que el agua de riego trae en solución los iones Ca + Mg, que pueden desplazar el ion Na+ de las partículas coloides del suelo.

El pH no manifestó cambios de importancia sólo en algunos casos -- mostró un ligero incremento, lo que se explica que debido al desplazamiento del Ca + Mg, a la fijación del sodio y a la formación del NaOH.- El alto contenido de Cloruros, en la fase inicial de la recuperación -- del suelo, también favorece los valores de pH entre 7 y 8 (8), el cual se incrementa a medida que se desplazan los cloruros.

CUADRO NO.4

CUADRO COMPARATIVO DE LA SALINIDAD POR CAPAS ANTES Y DESPUES DE APLICAR LA LAMINA DE LAVADO.

TRATAMIENTOS

	Prof. en Cm.	A		B		C		D	
		S_i	S_f	S_i	S_f	S_i	S_f	S_i	S_f
R ₁	0 - 30	255.0	7.0	160.0	7.0	210.0	8.0	210.0	21.0
	30 - 50	90.0	24.0	45.0	8.5	35.0	6.7	35.0	15.0
	50 -100	28.0	55.0	24.0	15.0	25.0	6.0	13.0	23.0
R ₂	0 - 30	155.0	60.0	250.0	9.5	210.0	8.0	200.0	90.0
	30 - 50	100.0	95.0	85.0	30.0	70.0	9.0	90.0	56.0
	50 -100	40.0	39.0	36.0	22.0	28.0	24.0	34.0	27.0
R ₃	0 - 30	180.0	42.5	155.0	25.0	200.0	7.5	230.0	40.0
	30 - 50	42.0	39.0	38.0	24.0	90.0	9.5	90.0	46.0
	50 -100	13.5	27.0	18.5	10.0	28.0	13.5	25.0	40.0
R ₄	0 - 30	140.0	29.0	170.0	8.5	155.0	9.5	270.5	85.0
	30 - 50	29.0	46.0	95.0	14.0	80.0	11.1	21.0	34.5
	50 -100	20.0	22.0	34.0	40.0	28.0	7.1	24.0	12.0

S_i = Salinidad antes del lavado.

S_f = Salinidad después del lavado.

CUADRO No. 5 DESCENSOS DE LA SALINIDAD EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES EXPRESADAS EN MILIMHOS/CM. Y EN -- PORCENTAJE

TRAT./REP.	A		B		C		D	
	%	mmhos	%	mmhos	%	mmhos	%	mmhos
1	60.8	59.9	82.0	46.6	88.0	48.4	70.3	43.6
2	27.2	32.0	70.4	57.7	78.9	60.7	25.8	20.0
3	34.9	19.6	66.7	36.4	86.8	72.0	42.9	36.7
4	34.8	16.0	67.5	53.6	87.6	61.3	45.1	42.0
PROM.	39.4	30.6	71.6	47.0	85.3	60.6	46.0	35.5

CUADRO No. 6

TABLA COMPARATIVA DEL pH ANTES Y DESPUES DE LA RECUPERACION DEL SUELO.

A		B		C		D	
pH _i	pH _f						
7.5	8.0	7.3	7.7	7.6	7.5	7.4	7.8
7.6	7.9	7.6	7.6	7.7	7.5	7.7	7.8
7.6	7.5	7.5	7.6	7.7	7.4	7.7	7.7
7.3	7.6	7.4	7.8	7.3	7.9	7.6	7.7
7.6	7.3	7.6	7.5	7.6	7.9	7.8	7.8
7.6	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.9
7.2	7.7	7.3	7.9	7.0	7.4	7.1	7.6
7.5	7.5	7.5	7.7	7.2	7.7	7.5	7.7
7.6	7.7	7.5	7.7	7.5	7.6	7.6	7.6
6.8	7.8	7.1	7.8	7.4	7.8	6.8	7.5
7.3	7.5	7.5	7.7	7.6	7.8	7.3	7.7
7.5	7.8	7.6	7.5	7.5	7.8	7.5	7.7

CUADRO No. 7

TABLA COMPARATIVA DE RAS ANTES Y DESPUES DE LA RECUPERACION DEL SUELO

A		B		C		D	
RAS _t	RAS _f						
78.4	7.9	82.6	19.0	56.0	35.6	81.6	13.0
40.0	28.3	30.8	18.6	33.3	33.6	28.8	19.0
24.7	28.6	38.4	13.1	21.9	28.0	13.0	15.4
63.3	39.1	71.1	11.0	72.3	8.6	87.8	48.3
37.5	50.8	29.0	23.2	35.8	9.5	52.5	27.1
21.2	23.5	23.5	19.7	18.2	27.3	37.1	22.6
45.4	24.1	79.0	10.5	58.3	8.7	91.4	47.4
22.5	29.5	36.6	15.6	49.9	14.1	37.7	28.1
14.5	19.2	21.8	25.1	27.5	15.8	28.3	30.9
26.0	26.9	104.5	9.1	47.4	14.1	78.4	33.4
33.5	31.1	45.2	20.1	78.2	17.3	38.7	24.1
17.4	20.8	32.7	30.5	37.9	10.7	21.9	10.7

CUADRO No.8

VALORES DEL PSI ANTES Y DESPUES DE LA RECUPERACION DEL SUELO

A		B		C		D	
53.3	9.4	54.5	21.1	44.8	33.9	54.3	15.2
36.6	28.8	30.6	20.7	32.4	32.8	29.2	21.1
26.0	29.0	35.6	15.3	23.7	28.6	15.2	18.1
47.9	36.1	50.9	13.0	51.3	10.3	56.2	41.2
33.9	42.4	29.3	24.8	34.0	11.3	43.2	34.8
23.1	25.0	25.0	21.7	20.4	28.1	34.8	24.3
39.6	25.5	53.2	12.4	45.9	10.4	57.2	40.7
24.2	29.7	34.5	17.8	42.0	16.3	35.2	35.4
15.5	21.3	23.6	26.3	28.2	18.0	28.8	30.7
27.0	27.7	60.4	10.8	40.7	16.3	53.3	32.4
32.5	30.8	38.0	22.1	53.3	19.5	25.8	25.5
19.4	22.7	32.0	30.4	35.5	12.7	23.7	12.7

CUADRO No. 9

VALORES DE α S_o

TEXTURA	CONTENIDO DE CLORUROS EN %			
	60-40	40-20	20-10	<10
Pesada	122	132	142	178
Media	92	102	112	148
Ligera	62	72	82	118
S _o *)	0.2	0.3	0.4	1

*) Contenido permisible de sales en el suelo, según Volovuyev, expresado en % sobre peso de suelo seco. (11)



C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El tratamiento que presentó mayor eficiencia de lavado fue el (C), que se aplicó utilizando 3 láminas parciales de 34.13 cm. cada una, se entiende por eficiencia de lavado, la mayor cantidad de sales desplazadas con lámina total aplicada.

2. La eficiencia de lavado fue mayor a medida que la lámina total se fraccionó en láminas parciales más pequeñas, a excepción del tratamiento (D).

3. El tiempo que se ocupó en el tratamiento (C), es adecuado para trabajos de recuperación tomando en cuenta que los intervalos de riego se pueden acortar un poco y alcanzar mayor eficiencia en la recuperación de los suelos cuando se hagan en condiciones similares a las del presente trabajo.

4. Entre los tratamientos C y B no hubo diferencia significativa, por lo que se pueden utilizar indistintamente, dependiendo de la disponibilidad de tiempo.

5. La recuperación de suelos salino sódico se puede lograr sin

necesidad de utilizar mejoradores químicos, puesto que el agua de riego cuenta con una buena proporción de Ca y Mg en solución.

6. El tratamiento (D) no manifestó buena eficiencia de lavado debido a intervalos muy amplios y excesiva evaporación que produjo el ascenso de sales arrastradas por el agua capilar.

RECOMENDACIONES

1. En la recuperación de suelos salinos se recomienda la utilización de una lámina total de lavado fraccionada en tres láminas parciales (tratamiento C), tomando en cuenta que se obtiene buena eficiencia de lavado en un tiempo relativamente corto.

2. Cuando se dispone de poco tiempo para efectuar lavado de suelos, se puede utilizar la lámina total fraccionada en dos láminas parciales, además de que tiene una buena eficiencia de lavado es posible hacerlo en corto tiempo.

3. Se recomienda que se hagan trabajos de investigación, a fin de establecer los intervalos de riego más adecuado, para obtener el máximo en la eficiencia cuando se utilizan láminas de lavado fraccionadas en la recuperación de suelos salinos y/o salino sódicos.

4. Para los trabajos que se hagan en la recuperación de suelos salino sódicos se recomienda utilizar la fórmula propuesta por Volovuyev (11) para el cálculo de la lámina de lavado en base a que los resultados obtenidos (en C) se aproximaron bastante a la salinidad deseada.

5. Se recomienda también que para trabajos de recuperación de suelos salinos, se haga una buena preparación del terreno, mediante subsuelo, barbechos profundos y pasos de rastra para obtener la mayor eficiencia.

CAPITULO VIII

RESUMEN

Este trabajo se realizó en la parcela No. 60 del Ejido Nuevo León, localizado geográficamente a $115^{\circ} 10'$ de Longitud W y $32^{\circ} 25'$ de Latitud N. Dicha parcela estuvo abandonada durante 13 años que junto con la cercanía del manto freático y la intensa evaporación provocaron la formación de un suelo salino.

Las características de éste son las siguientes: textura media y co rresponde a la serie Gila fase ligera, el contenido de sales solubles - promedio de las 16 unidades experimentales antes de aplicar la lámina - de lavado era de 73.4 milimhos a 25° C., el pH ligeramente alcalino y - el PSI muy por encima de 25.

La clasificación del agua de riego es: C_3S_1 .

Este experimento se llevó a cabo sin cultivo. El factor de varia - ción fue estudiar el efecto de la aplicación de láminas de lavado en -- forma unitaria y fraccionada en un suelo salino, la lámina total de la - vado se obtuvo partiendo de la salinidad ponderada en un metro de espe - sor, promedio de las 16 unidades experimentales mediante la fórmula pro - puesta por Volovuyev (9).

Tratamientos: A) Lámina de lavado unitaria, B) Lámina de lavado en

dos partes iguales, C) Lámina de lavado en tres partes iguales, D) Lámina de lavado en cuatro partes iguales.

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, la variable de respuesta fue la disminución de sales en el suelo.

La preparación del terreno consistió solamente en 2 pasos de ras-tra, dado que el suelo tiene buen drenaje y con bordeadora se trazaron las parcelas y canales regadera.

Se realizó un muestreo inicial de suelos y otro final, éstos consistieron en obtener muestras sencillas en cada unidad experimental.

En los análisis de las muestras obtenidas se siguieron las metodologías seguidas en el manual 60 (9).

Las aplicaciones de las láminas de lavado se hicieron con sifones de 2" de diámetro previamente calibrados. Se calculó la lámina de acuerdo al área de cada unidad experimental y el tiempo requerido para aplicar la lámina correspondiente.

Lámina total de lavado igual a: 1.02 m.

El valor promedio del contenido de humedad en la capa de suelo de 0-20 cm. en el momento de cada aplicación y su equivalente al 50% de humedad aprovechable fue %H 20.4%.

La lámina de aplicación correspondiente para cada tratamiento fue la siguiente: A) 1.024 m. una aplicación, B) .512 m., C) 34.13 m. y D) .2555 m. con 2, 3 y 4 aplicaciones respectivamente, el tiempo utilizado para este trabajo queda comprendido entre el 24 de sept. de 1976 y el 10 de feb. de 1977.

Los valores de salinidad obtenidos después del lavado, ponderados a un metro de espesor se analizaron estadísticamente mediante un análisis de covarianza, en el que las covariables son la Salinidad inicial y Salinidad final.

El tratamiento de mayor eficiencia fue el (C), después de éste el (B), (A) y (D) los de menor eficiencia.

El desplazamiento de Ca más Mg, Na y Cl, mostraron tendencia a disminuir paralelamente a la CE.

El RAS en la mayoría de los casos tuvo una tendencia aunque muy ligera a disminuir. La recuperación de estos suelos es posible hacerlo -- sin necesidad de mejoradores químicos.

El pH, sólo en algunos casos mostró ligero incremento.

Se recomienda en la recuperación de suelos el tratamiento C, que se hagan trabajos mediante los cuales se puedan determinar con mayor -- aproximación los intervalos de riego, y además la utilización de la fórmula propuesta por Volovuyev para el cálculo de la lámina de lavado y -- una buena preparación del terreno.

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

1. Aceves N. E. (1975). ESTUDIOS NECESARIOS PARA DESARROLLAR - CRITERIOS DE EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO, boletín, Rama de Riego y Drenaje, C.P. ENA, Chapingo, Méx.
2. Anónimo (1976). OBRAS DE REHABILITACION DISTRITO DE RIEGO - No. 14, RIO COLORADO, Baja California y Sonora, SRH, Pág. 7-25.
3. De la Loma J. L. (1966). EXPERIMENTACION AGRICOLA, segunda-edición, Editorial Uthea, México, Pág. 195-208.
4. De la Peña I. (1975). RECUPERACION DE SUELOS ENSALITRADOS,- boletín, SRH, Pág. 5-9
5. F. Van Maren A. (1976). MANAGEMENT OF SOIL SALINITY, IMPERIAL Agricultural Briefs, El Centro Calif. Pág. 12-13.
6. Jerome C.R. LI. (1965). STATISTICAL INFERENCE I, Edwards -- Brothers, Inc. An Arbor Michigan, Pág. 393-422.
7. Llerena V. F. A., I De la Peña y V. J. Tanori E., (1976). EVALUACION DE DIFERENTES FRACCIONAMIENTOS PARA LA APLICACION DE UNA LAMINA DE LAVADO EN LA RECUPERACION DE SUELOS AFECTADOS POR SALES, Informe,- IDRYD, Distrito de Riego No. 41, Río Yaqui, Sonora, S.A.R.H.

8. Llerena V.F.A. (1976). EVALUACION DE LA TOLERANCIA A LAS SALES DE DOCE VARIEDADES DE TRIGO, Informe, IDRYD, Distrito de Riego No. 41, Río Yaqui, Sonora, S.A.R.H.

9. Manual 60, (1954). DIAGNOSTICO Y REHABILITACION DE SUELOS-SALINOS Y SODICOS, Depto. de Agricultura de los E.U.A., Traducción al español del INIA. SAG. México.

10. Memorándum Técnico (1971). EL VALLE DE MEXICALI, IDRYD, -- SRH. Pág. 8-43.

11. Palacios V.O. (1969), APUNTES SOBRE ALGUNOS PROBLEMAS DE DRENAJE Y ENSALITRAMIENTO DE TERRENOS AGRICOLAS, Serie de apuntes de Riego y Drenaje, C.P. ENA, Chapingo, México. Pág. 218-220.

12. Quiroz G.G. (1961). ARCHIVO Lab., de IDRYD SRH.

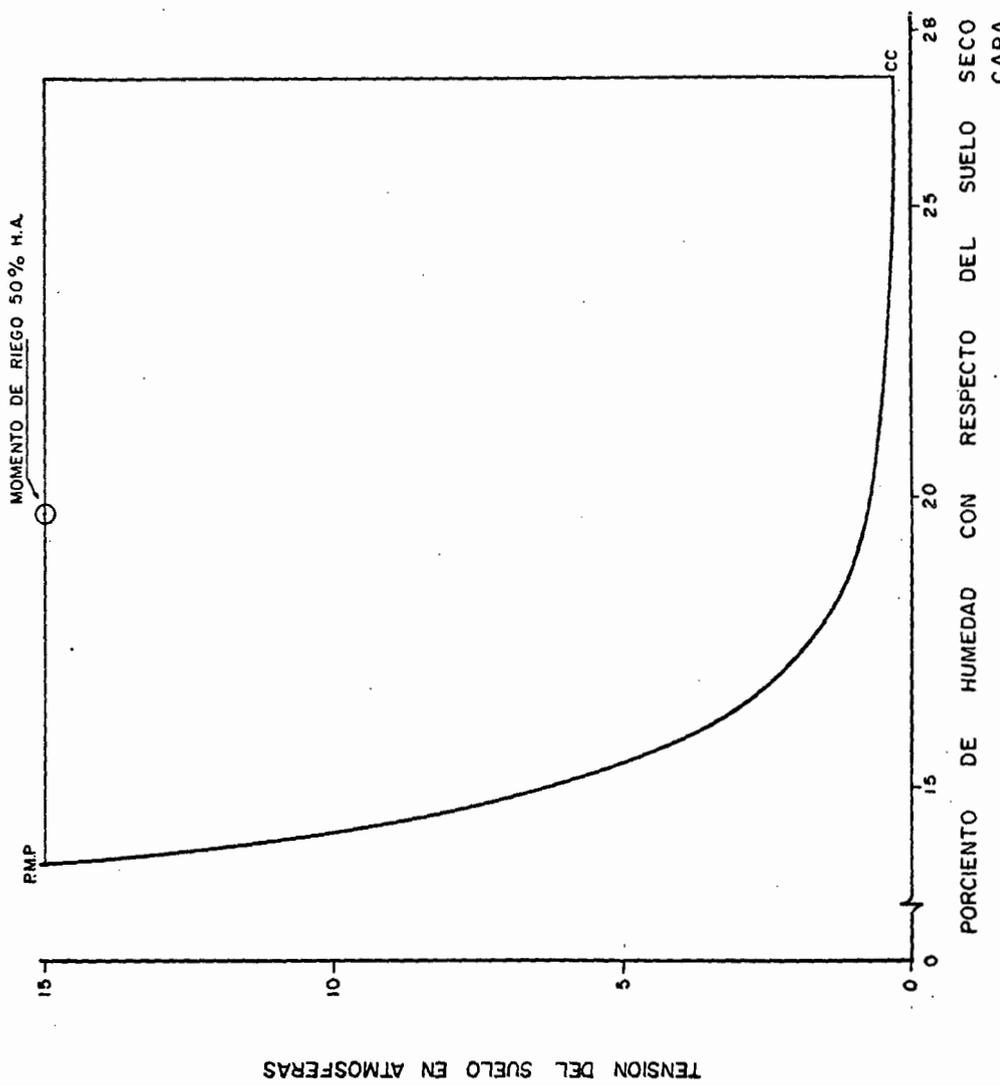
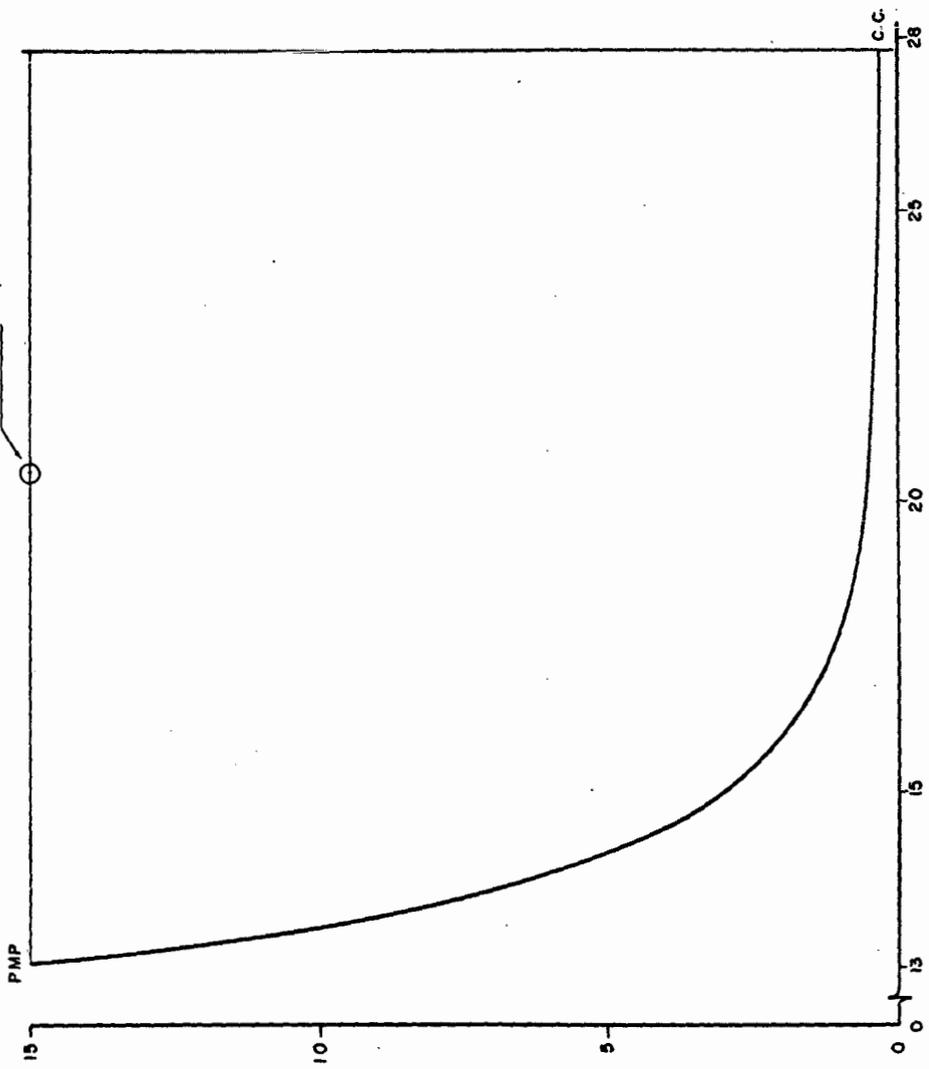


FIG. Nº 1

CAPA DE 0-20 Cms

MOMENTO DE RIEGO 50% H.A.



PORCIENTO DE HUMEDAD CON RESPECTO DEL SUELO SECO

CAPA DE 0-40 Cms

FIG. Nº 2

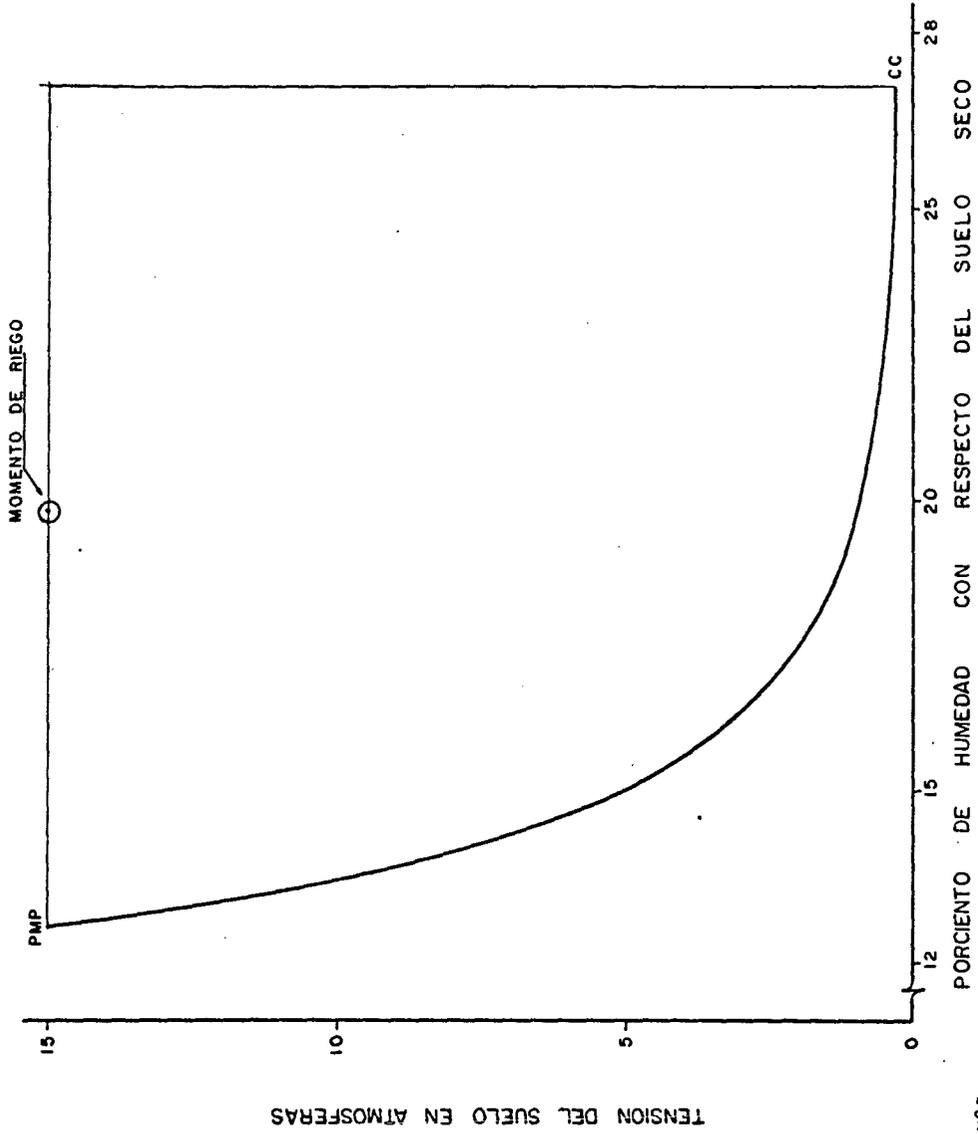


FIG. Nº 3

CAPA DE 0-60 Cms.