

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE SORGO (Sorghum bicolor),
E INTERACCION DE LOS IONES EN EL SUELO,
EN LA REGION DE VALLE HERMOSO, TAMPS.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA

PRESENTA

DANIEL RODRIGUEZ LIRA

MARIN, N. L.

MARZO DE 1987

T

SB235

R631

c.1



1080063031

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE SORGO (Sorghum bicolor),
E INTERACCION DE LOS IONES EN EL SUELO,
EN LA REGION DE VALLE HERMOSO, TAMPS.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA

PRESENTA

DANIEL RODRIGUEZ LIRA

MARIN, N. L.

MARZO DE 1987 1987

007150

T
SB235
R631



040.633
FAS
1987
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFEECTO DE LA SALINIDAD EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE SORGO (Sorghum bicolor),
E INTERACCION DE LOS IONES EN EL SUELO,
EN LA REGION DE VALLE HERMOSO, TAMP.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
PRESENTA
DANIEL RODRIGUEZ LIRA

MARIN, N.L.

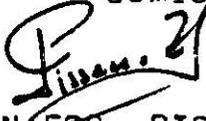
MARZO DE 1987

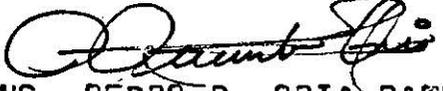
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

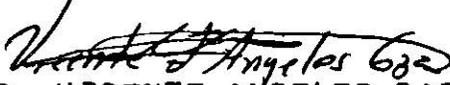
EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE SORGO (Sorghum bicolor), E INTERACCION DE LOS -
IONES EN EL SUELO, EN LA REGION DE VALLE HERMOSO, -
TAMPS.

TESIS QUE PRESENTA DANIEL RODRIGUEZ LIRA COMO REQUI-
SITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO -
AGRICOLA.

COMISION REVISADORA:


DR. JUAN FCO. PISSANI ZUÑIGA
Asesor Principal


ING. PEDRO R. ORIA RAMOS
Asesor Auxiliar


ING. VICENTE ANGELES GARZA
Asesor Auxiliar

Como no sabes por qué camino entra
el espíritu en los huesos, dentro-
de la mujer encinta, así no cono-
ces la obra de Dios, que es quien-
todo lo hace.

(Eclesiastés 11,5)

DEDICATORIA

A Mis Padres:

Sr. José E. Rodríguez Reyes.

Sra. Concepción Lira de Rodríguez.

A quienes nunca terminaré de agradecer los sabios consejos, -
buen ejemplo e infinito amor que siempre me han dado.

A Mis Hermanos:

Rodolfo y Ma. Elena

Carlos y Ma. Magdalena

José Bárbaro y Martha Elva

Blanca Esthela y Miguel Angel

Victoriano y Laura Esthela

Ma. Teresa y Ricardo

Ma. Concepción

Quienes siempre han estado presentes apoyándome y ayudándome en
todos los momentos de mi vida.

Con especial afecto, a todos mis sobrinos.

A mi novia Srita. Ma. Magdalena Gomez Guerra, con el amor y el
cariño de siempre.

AGRADECIMIENTOS

A mi maestro, Dr. Juan Francisco Pissani Zúñiga, por la asesoría brindada en la elaboración de esta Investigación, así como por sus consejos y amistad, que siempre me ha brindado.

A mis compañeros Gerardo Páez Aguilar y Rubén Villanueva Espino, por su participación directa dentro de esta Investigación.

A mi hermano, Lic. José Bárbaro Rodríguez Lira y su esposa - Ing. Martha Elva González de Rodríguez, por la ayuda económica brindada, para la elaboración de esta Investigación.

A la Familia Villanueva Espino, Sr. Rodolfo Garza y El Departamento de Riego y Drenaje, por su gran ayuda, durante la elaboración de esta Investigación.

A todos los Maestros, Alumnos y Trabajadores de la Facultad - De Agronomía de la UANL, por sus consejos y colaboración en la elaboración y desarrollo de esta Investigación, a quienes - por temor a omitir a alguno, prefiero no escribir sus nombres.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	5
Efectos Específicos de los Iones en el Crecimiento de las Plantas.	
Efectos Tóxicos.	
Efectos Antagónicos.....	6
Efectos Iónicos.	
Efectos Osmóticos.....	7
Efectos Fisiológicos.....	8
Sodio.....	9
Calcio.....	10
Magnesio.....	11
Potasio.	
Cloruros.....	12
Bicarbonatos.	
Boro.	
Interacción entre los Iones.....	13
Efecto de la salinidad en los cultivos.....	17
Efecto del Manto Freático en los cultivos.....	21
METODOLOGIA.....	25
Localización.	
Clima.	
Cultivo.	

Delimitación.....	26
Muestreo del Suelo.	
Medición de la Conductividad Hidráulica.	
Establecimiento de los pozos de observación.....	28
Lecturas del Nivel Freático.	
Toma de Muestras del agua Freática.	
Fecha de siembra y manejo del cultivo.....	29
Muestreo de cosacha.....	30
Cuantificación de Variables.	
Determinaciones Químicas y Físicas.....	31
RESULTADOS.....	32
Análisis de Salinidad, Físicos y de Fertilidad del- suelo.	
Freametria y Calidad del agua Freática.	
Cosecha del Cultivo.....	33
Análisis de Correlación.	
Regresiones.....	34
DISCUSION.....	44
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
RESUMEN.....	51
BIBLIOGRAFIA.....	53
APENDICE I.....	57
APENDICE II.....	79

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PAGINA
1	Rendimiento en grano y número de pancjas, Resultados de los análisis de salinidad - promedio entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, Freemetría y Fertilidad del suelo, de los puntos de cosecha.	36
2	Correlaciones obtenidas con las 16 variables presentadas en el Cuadro 1.	37
3	Correlación entre los Iones y la Conductividad Eléctrica, realizada con los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo, de los estratos de los pozos de observación, y los puntos de cosecha.	38
4	Análisis de Varianza obtenido en la regresión entre el Rendimiento en grano (kg/ha), y el promedio de Conductividad Eléctrica, entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, de las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha.	42
5	Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre el Rendimiento en grano (kg/ha), y las variables mencionadas dentro del mismo Cuadro.	43
6	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.	58
7	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.	59
8	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.	60
9	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.	61
10	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.	62

11	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	63
12	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	64
13	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	65
14	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	66
15	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	67
16	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	68
17	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	69
18	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	70
19	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	71
20	Resultados de los análisis de salinidad,- correspondientes a las muestras de suelo- obtenidas durante la construcción de los- pozos de observación.	72

21	Resultados de los análisis de salinidad, - correspondientes a las muestras de suelo - obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.	73
22	Resultados de los análisis de Fertilidad - y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha	74
23	Resultados de los análisis de Fertilidad - y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha	75
24	Resultados de los análisis de Fertilidad - y Físicos realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación.	76
25	Resultados de los análisis de Fertilidad - y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación	77
26	Resultados de los análisis de Fertilidad - y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación.	78
27	Resultados de los análisis de salinidad, - correspondientes a las muestras de agua - Freática.	80
28	Resultados de los análisis de salinidad, - correspondientes a las muestras de agua - Freática.	81
29	Resultados de los análisis de salinidad, - correspondientes a las muestras de agua - Freática.	82
30	Resultados de los análisis de salinidad, - correspondientes a las muestras de agua - Freática.	83
31	Resultados de los análisis de salinidad, - correspondientes a las muestras de agua - Freática.	84
32	Resultados de los análisis de salinidad, - correspondientes a las muestras de agua - Freática.	85

CUADRO		PAGINA
33	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua Freática.	86
34	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua Freática.	87
FIGURA		PAGINA
1	Plano Topográfico de los lotes en estudio Pozos de observación y puntos de cosecha.	27
2	Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) promedio entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm.	39
3	Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Calcio (Ca^{++}).	39
4	Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Magnesio (Mg^{++}).	39
5	Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Sodio (Na^+).	40
6	Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Cloro (Cl^-).	40
7	Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$).	40
8	Plano de Salinidad Analizada expresada en Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), promedio entre los estratos de suelo de hasta 100 cm de profundidad.	41
9	Rendimiento Relativo del sorgo en grano, en función de el incremento de salinidad promedio del suelo entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm.	

FIGURA		PAGINA
10	Plano de curvas Isobatas correspondientes- al mes de abril.	88
11	Plano de curvas Isobatas correspondientes- al mes de mayo.	89
12	Plano de curvas Isobatas correspondientes- al mes de junio.	90

INTRODUCCION

Uno de los aspectos de mayor interés en la productividad de las áreas de riego lo constituye el ensalitramiento de los suelos, y/o manto freático elevado, lo que se atribuye a diversos factores, como lo son; el origen y mal manejo de los suelos agrícolas durante la producción de cosechas, la fuente y calidad del agua que se usa para el riego, y otros factores que intervienen en las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Extensas superficies agrícolas están localizados en terrenos con problemas de drenaje, sobre todo en el caso de agricultura de riego, gran parte de las áreas regadas se encuentran situadas en los valles y deltas de los ríos, en zonas cuya topografía ocasiona un drenaje deficiente, agravando en muchos casos la baja permeabilidad del suelo.

Un terreno sometido a la irrigación, que tiene constantemente excedentes de agua, altera las condiciones naturales de los suelos, dando lugar a la presencia de mantos freáticos cercanos a la superficie del suelo, favoreciendo la lixiviación y acarreo de las sales, hacia terrenos localizados en las partes bajas, ocasionando problemas de salinidad.

La distribución de las sales varía generalmente, en el espa-

cio y en el tiempo. Dependiendo de la fracción de lixivia ción, los perfiles de salinidad, pueden ser mas uniformes y cambiar relativamente con la profundidad, o pueden ser altamente heterogéneos con salinidades que varían desde concen - traciones proximas a la del agua de riego cerca de la super - ficie del suelo, hasta concentraciones muchas veces mas al - tas en el fondo de la zona radicular.

Las sales del suelo se clasifican en ligera y altamente solu bles. Las primeras (yaso y cal), no son especialmente dañi - nas para las plantas; las segundas (de sodio), dañan no solo las plantas, sino también el suelo. Aunque las sales solu - bles son las mas perjudiciales, son también las mas faciles - de retirar del suelo.

Las sales solubles afectan los cultivos a través de sus efec - tos indirectos sobre las propiedades físicas del suelo y di - rectamente debido al incremento en la presión de la solución del suelo. Además existiendo la acumulación de concentracio - nes tóxicas de varios iones dentro de la planta.

Las tolerancias absolutas que reflejan respuestas fisiológi - cas predecibles a las plantas, no pueden determinarse porque muchas interacciones entre la planta y el suelo, el agua y - los factores ambientales, influyen la habilidad de la - planta a tolerar sales. Para obtener datos cuantitativos de - la tolerancia a las sales se deben tomar en cuenta estos fac

tores interactuantes, y apoyarse en mediciones apropiadas de la salinidad del suelo y la respuesta de las plantas.

La tolerancia de los cultivos a las sales, se ha expresado generalmente como la disminución de la producción para un determinado nivel de sales solubles en el medio radicular, comparado con la producción bajo condiciones normales. Sin embargo, la tolerancia a las sales es un valor negativo basado sobre condiciones de cultivo sobre los cuales crecen las plantas.

Agronómicamente, el único criterio significativo para establecer la tolerancia a las sales, es la producción comercial de los cultivos, ya que muy a menudo, la respuesta del crecimiento vegetativo a la salinidad, no es una guía confiable para predecir la producción de frutos o semillas. (14).

Conociendo la respuesta del rendimiento de los cultivos que presentan con respecto a cambios en la concentración de sales en el suelo, se pueden determinar los cambios en el rendimiento dependiendo de los cambios en la concentración salina del suelo.

El área de riego de la región de Valle Hermoso, Tamps, cuenta con una superficie de 34,312.75 has, de las cuales 5,470-has, están afectadas por suelos salinos y 1,130 has, por suelos salino-sódicos estos problemas son debido principalmente

a la influencia cercana de los vasos de almacenamiento del agua de riego, propiciando la elevación del manto freático, y por consiguiente, afloramientos de sales, por lo que se localizó un área representativa de esta región.

El objetivo del presente trabajo es el de estudiar el efecto de la salinidad del suelo, y la profundidad del manto freático, sobre el rendimiento del cultivo de sorgo, Sorghum bicolor, para poder determinar el nivel a que se debe disminuir la salinidad y obtener un rendimiento económicamente redituable, así como observar la interacción entre los iones en un suelo salino.

Esta área se considera como área experimental piloto, ya que sobre ésta, se realizarán investigaciones con objetivos similares, así como también investigaciones con otros objetivos, (como lo son; el diseño de drenaje agrícola, estudio de fluctuaciones y calidad del agua freática, etc.).

LITERATURA REVISADA

Efectos específicos de los iones en el
crecimiento de las plantas

Los diferentes efectos dentro de las plantas por causa de las sales que inhiben retardan ó impiden su desarrollo, ocasionando detrimento en su calidad y productividad, pueden clasificarse en; efectos tóxicos, antagónicos, iónicos, osmóticos y fisiológicos, los cuales se explican brevemente a continuación.

Efectos Tóxicos.(6)

Son todos aquellos efectos que se originan de la acumulación de una cierta cantidad de iones dentro de la planta, por encima de los límites tolerables. El efecto de toxicidad, dependerá de las características fisiológicas de la planta y de la cantidad presente en el sustrato como:

- a) La tolerancia de las plantas a los iones depende principalmente de su adaptabilidad a la toxicidad del ión.
- b) La toxicidad inicialmente es tolerable y aumenta gradualmente con la acumulación de los iones, originando al principio un estímulo de las funciones de las plantas y posteriormente una alteración total.

- c) La primera señal de toxicidad es el decoloramiento de las hojas, seguido de una necrosis.
- d) Los aniones pueden ser mas tóxicos que los cationes.
- e) La toxicidad de los iones reduce la mayor parte de las funciones de las plantas, excepto la de la respiración y formación de sistema de conducción.

Efectos Antagónicos. (6)

Son todos aquellos que crean una competencia a selectividad para ciertas reacciones ó funciones dentro de las plantas, algunos efectos son:

- a) Reducción de adsorbencia de otros elementos nutritivos para la planta.
- b) Causan desbalances iónicos en la solución intracelular que originan ciertas reacciones e impiden otras.
- c) El antagonismo provocado por los aniones es más fuerte que el de los cationes.

Efectos Iónicos. (6)

Son todos aquellos que se orginan debido a las características electroquímicas de los iones, algunos aspectos relacionados con estos efectos son:

- a) La penetración y acumulación de los iones dentro de las plantas, está relacionado con la serie Liotrópica de los elementos, y con la afinidad de los iones con los coloides de las células.
- b) La acumulación de los iones en el protoplasma, ocasionan cambios químicos coloidales que afectan la viscosidad y el estado de dispersión de los plasmocoloides.
- c) La naturaleza de los iones determinan los efectos; así, los cationes afectan a las propiedades coagulantes y reducen la penetración de los aniones al protoplasma.

Efectos Osmóticos. (6)

Son todos aquellos que intervienen en los cambios osmóticos que ocurren dentro de la planta. Se mencionarán algunos aspectos relacionados con los efectos osmóticos.

- a) Retardan e inhiben la germinación.
- b) Debido a balances iónicos dentro de las células, se pueden generar condiciones de mayor presión osmótica.
- c) Las plantas pueden adaptarse a cambios lentos de presión osmótica, pero en detrimento de su desarrollo.
- d) Provocan una contracción del protoplasma, y crean trastor

nos en las conexiones intracelulares (plasmólisis).

- e) El ajuste osmótico de las plantas, está ligado con la herencia, y con la resistencia a la sequía.
- f) Aumentos en la presión osmótica dentro de la célula, se deben a la acumulación de iones.

Efectos Fisiológicos.(6)

Son aquellos que originan cualquier cambio fisiológico dentro de la planta, algunos aspectos son:

- a) Inducen características como: Grosor de las hojas, menor área foliar.
- b) Afectan la mayor parte de las funciones fisiológicas ya que aceleran la respiración, se desarrolla mas el sistema radicular y el sistema de conducción dentro de la planta, se disminuye la transpiración.(6)

Aun cuando no se consideran nutrientes para las plantas, el Sodio y el Cloro, cuando se hallan presentes en concentraciones relativamente pequeñas, pueden estimular la productividad de ciertos cultivos. Es por ello que Harmes y Denne, (1941), citados por USDA (19), han atribuido al Sodio, incrementos en el rendimiento de remolacha, apio, acelga y nabos. Dichos autores, consideran que el Sodio, es "casi tan

necesario como nutriente para estos cultivos, como el ión - Potasio". Otros investigadores consideran que el efecto del Sodio es más indirecto, ya sea sustituyendo al Potasio en - cierto grado cuando éste es deficiente. Lehr (1949), Dorph, - Peterson y Streenbjerg, (1950), citados por USDA (19), ó - limitando la acumulación excesiva del Calcio, que en el caso - de la remolacha, resulta en el desarrollo de "una planta tí - pica de Calcio", caracterizada por coloración verde-azulosa - y por enanismo Lehr, (1942), citado por USDA (19). Al - igual que el Cloro aumenta notablemente los rendimientos de al - gunos cultivos, como la remolacha, espinaca y jitomate, Hay - ward y Wadlejh, (1949), citados por USDA (19). Por otra - parte, desde hace mucho se ha reconocido que los Cloruros a - fectan adversamente la calidad de los cultivos como papa y - tabaco. Sin embargo, en suelos salinos, los iones Cloro y So - dio, se encuentran en concentraciones mucho más elevadas que - las acostumbradas en estudios de fertilizantes, USDA (19). - Bajo tales condiciones, la elevada presión osmótica de la so - lución del suelo, tiende a obscurecer los efectos específi - cos del Sodio o del Cloro sobre los rendimientos y calidad - de los cultivos, Berenstein y colaboradores (1951), citados - por USDA (19).

Sodio.

Datos inéditos de Wadleigh y Gauch, citados por USDA (19) - indican que las quemaduras foliares en variedades de algodón - sensibles a las sales, están estrechamente relacionadas con-

el contenido de Sodio en las hojas.

El Sodio del suelo puede ejercer efectos secundarios importantes, sobre el desarrollo vegetal, a través de modificaciones estructurales adversas en el suelo. Por lo tanto, si el complejo intercambiable contiene cantidades apreciables de Sodio, el suelo puede dispersarse y volverse lodoso, causando aereación deficiente y baja disponibilidad de agua, Mc George y Breazeale, (1938), citados por USDA. (19)

Calcio.

Wadleigh y colaboradores (1951), citados por USDA (19) , han informado toxicidad específica de sales de Calcio, agregadas al suelo, en que se cultivó pasto orchard, y los datos inéditos de Ayres, citado por USDA (19) , indican una relación similar para pasto fescue alto. Tanto el contenido de Calcio, como el de Cloruro en el pasto, aumentaron en forma marcada en los tratamientos con Cloro y Calcio, pero debido a que el nitrato de Calcio produjo un efecto tóxico similar al del Cloruro de Calcio, la toxicidad se atribuyó mas bien a la acumulación del Calcio, que a la del Cloruro, Wadleigh y colaboradores (1951), citados por USDA. (19)

El Calcio aparece como esencial para el crecimiento de los meristemas, y particularmente para el desarrollo y funcionamiento adecuado de los ápices de las raíces. Está también presente como Pectato de Calcio, y posiblemente por ésta ra-

zón, tiende a acumularse en la hoja. La deficiencia de Cal -
cio, se presenta en forma típica sobre suelos muy ácidos, -
aunque los efectos perjudiciales de estos suelos son frecuen
temente debidos a otras causas, que a la deficiencia de Cal
cio, sin embargo, también se presenta en algunos suelos alca
linos con bajo contenido de Calcio, pero elevado de Sodio, -
(14).

Magnesio.

Altas concentraciones de Magnesio en el substrato frecuente
mente son más tóxicas a las plantas que las concentraciones
isomólicas de sales neutrales, (19).

El Magnesio es necesario a todas las plantas verdes, dado -
que es un constituyente de la clorofila, (14).

Potasio.

El Potasio difiere del Nitrógeno y del Carbono, en que no es
un constituyente de la estructura de la planta, únicamente a
parece formando parte de su metabolismo, (14)..

El Potasio es un elemento móvil, que se traslada a los jóve
nes tejidos meristráticos, cuando ocurre una deficiencia. -
Como resultado de ésto, los síntomas de deficiencia, apare
cen al principio de las hojas bajas de las plantas anuales,-

progresando hacia la parte superior a medida que se incrementa la gravedad de la deficiencia. (18)

Cloruros.

No existen pruebas concluyentes de que el ión cloruro tenga un efecto específico sobre el desarrollo vegetal, aunque algunas veces puede adelantar la maduración. Su función principal para la cual, sin embargo, no es específico, es la de regular la presión osmótica y el equilibrio de cationes en el jugo celular y en las mismas células de la planta. (14)

Bicarbonatos.-

Los estudios de cultivos en arena indican que el ión Bicarbonato, afecta la absorción y el metabolismo de las plantas, y la naturaleza de estos efectos, varía con las especies vegetales. (19)

Las especies de plantas varían en su tolerancia al Bicarbonato, el cual algunas veces produce efectos tóxicos, aun en concentraciones osmóticas bajas. (4)

Boro.

Este elemento puede dañar a las plantas aun encontrándose en cantidades relativamente bajas en la solución del suelo. El Boro es esencial para el desarrollo normal de todas las plantas, pero la concentración necesaria es muy pequeña, y

si se excede, puede causar daños serios a las plantas.

La toxicidad para Boro ocurre en áreas limitadas y muy esparcidas, en las regiones áridas y semiáridas. Aun cuando su incidencia no está confinada a suelos salinos o sódicos, el exceso de Boro, es frecuente en suelos salinos. (19)

Interacción entre los iones

La presencia de las sales en el suelo se manifiesta de dos formas principales:

- A) Asociadas: Formando parte de los compuestos.
- B) Disociadas: Como iones (Cationes + y Aniones -). En el caso de estar presentes como iones, los podemos encontrar en 3 disposiciones:
 - a) Soluble en el agua del suelo.
 - b) Absorbido o retenido con cargas eléctricas en las arcillas limos ó material orgánico muy fino.
 - c) Adsorbido a presión en las arcillas ó material orgánico muy fino. (20)

Ratner (1935), y Thorne (1945), citados por USDA (19), afirman que pueden provocarse alteraciones nutricionales si el complejo intercambiable, se encuentra saturado con Sodio en 40 ó 50 %, Ratner (1944), citado por USDA (19), afirma-

que bajo tales condiciones el complejo intercambiable en realidad remueve el Calcio de los tejidos radiculares de las plantas, las que pueden morir posteriormente, debido a una deficiencia de Calcio, Bower y Turck (1946), citados por USDA (19), demostraron en experimentos de laboratorio que la adición de Calcio, y a veces de Magnesio, a suelos sódicos, puede mejorar considerablemente el desarrollo vegetal, causando el intercambio respectivo en la absorción de estos elementos por las plantas.

En general el aumento del porcentaje de Sodio intercambiable del sustrato, originó una menor acumulación en las plantas de Calcio, Magnesio y Potasio. (19).

Lunberger (1951), citado por Bonnet (4), informa sobre la interacción de Potasio y Calcio, y dice que cuando en el suelo la relación normal K/Ca es mayor de dos, la absorción de Potasio por las raíces es normal, y es ligeramente influenciada por las variaciones en la concentración de Calcio. La absorción, por otro lado, se reduce si la relación normal K/Ca, es menor de dos, el Calcio toma el control y reduce la absorción del Potasio, cuyas variaciones además tienen muy poco efecto sobre la absorción del Calcio.

Russell y Russell (14), afirman que la proporción alta de Calcio, deprime la absorción de Magnesio y Potasio, y en particular los suelos típicamente calizos, requieren dosis al

tas de fertilizantes potásicos.

USDA (19), subraya que la toxicidad del Magnesio se puede atenuar con la presencia de concentraciones relativamente elevadas de iones Calcio en el sustrato.

Bonnet (4), dice también que, la toxicidad de Magnesio se puede corregir aplicando Calcio en forma soluble, como el Cloruro Cálcico ó yeso.

Russell y Russell (14), menciona que, algunas veces el contendio de Fosfato de una cosecha, puede aumentar mediante la adición de un fertilizante magnésico, en vez de un fosfático y es por esta razón por lo que los silicatos de Magnesio, como la Serpentina, finamente triturados, se añaden algunas veces al Superfosfato, para aumentar su eficiencia.

Russell y Russell (14), afirman también que, la deficiencia de Magnesio puede ser inducida por una fertilización desequilibrada, como por el uso excesivo de fertilizantes potásicos, particularmente bajo forma de Sulfatos, o aun por Cloruro de Sodio.

Existen evidencias que indican que la toxicidad causada por exceso de Potasio, puede reducirse como en el caso del Magnesio, si equilibra con altas concentraciones de Calcio. Las altas concentraciones de Potasio, pueden también inducir de-

ficiencias de Magnesio, Boynton y Burnel (1944), citados por USDA (19), y clorosis por falta de Fierro, Wlsh y Clarke (1942), citados por USDA. (19)

Russell y Russell (14), afirman que el problema de los efectos generales de la deficiencia de Potasio, se complica por el hecho de que dependen en gran parte de la concentración relativa de los otros elementos, particularmente de Sodio y Calcio, en los tejidos de la planta. El exceso de Potasio en el suelo, como el que se provoca a consecuencia de abonados demasiado intensos, con sales de Potasio, reduce de modo muy considerable la cantidad de otros cationes que puede absorber el cultivo, y ésto puede conducir a que el desarrollo del cultivo se vea peligrosamente afectado por estas deficiencias inducidas por otro catión.

USDA (19), menciona que las concentraciones elevadas de Potasio ó Magnesio, resultan de un aumento de la absorción de estos iones y una disminución en la absorción de Calcio en el substrato. La disminución en el desarrollo vegetal en un medio salino no está relacionado, en grado apreciable, o una disminución en la disponibilidad de aniones esenciales. Sin embargo, Breazeale y Mc. George (1932), citados por USDA (19), han enfatizado la importancia de la disminución en la disponibilidad de Fósforo y Nitrógeno, en suelos calcáreos.

Para un cierto número de cultivos se ha notado que hay sensibilidad específica de las plantas a concentraciones altas de Sulfatos y que parece ser que tal sensibilidad se encuentra ligada con la tendencia de las altas concentraciones de Sulfatos a limitar la absorción de Calcio por las plantas. Juntamente con la disminución del Calcio, se encuentran asociados los Sulfatos en la absorción de Sodio y Potasio, de tal manera que los efectos de la alta concentración de Sulfatos en el substrato pueden estar relacionados a una alteración del balance catiónico óptimo dentro de la planta. (19)

Bonnet (4), subraya que, el ión Bicarbonato, afecta la absorción y el metabolismo de los elementos nutritivos de las plantas de acuerdo con la especie. La clorosis inducida por el ión Bicarbonato, es similar a la inducida por el calcio, ocurren divergencias en el metabolismo que afecta el hierro, a las fracciones de ácidos orgánicos y a los cationes escenciales.

Efecto de la salinidad en los cultivos

Francois y colaboradores (9), estudiaron seis tratamientos salinos en un suelo aluvión, lo cuales se regaron con aguas que fueron salinizadas con Cloruro de Sodio (NaCl) y Cloruro de Calcio (Ca Cl_2) (1:1). Las Conductividades Eléctricas promedio de el agua de riego en el estrato de 0-120 -

cm, fueron de 1.5, 2.7, 5.0, 7.4, y 9.8 y 12.1 mmhos/cm, realizándose lecturas de germinación, crecimiento vegetativo y rendimiento del grano de sorgo con los cultivares Double TX- y NK-265.

El rendimiento de los dos cultivares, no estuvo afectado por la salinidad del suelo, hasta un valor promedio de Conductividad Eléctrica de 6.8 mmhos/cm, en el estrato de 0-120 cm, del extracto de saturación. Por cada unidad incrementada en la Conductividad Eléctrica promedio, mayor de 6.8 mmhos/cm, en el estrato de 0-120 cm, se reducía el rendimiento en un 6%. Esto nos indica que el sorgo es moderadamente tolerante a la salinidad. La reducción del rendimiento, fué debida principalmente a la disminución del peso por panoja y a una reducción en el número de panojas. El crecimiento vegetativo estuvo menos afectado por los incrementos de la Conductividad Eléctrica promedio del suelo, en el estrato de 0-120 cm, que el rendimiento obtenido del grano de sorgo, de las variedades Double TX y NK-265, así mismo, el rendimiento del grano de sorgo, fué significativamente más tolerante a la salinidad, durante la germinación, que los posteriores períodos del cultivo; de las variedades antes mencionadas.

Pearson (1959), citado por Francois (9), encontró que el arroz también mostró una gran reducción en el rendimiento del grano, como en el crecimiento vegetativo, bajo condiciones de salinidad.

Abichandani (1965), y Lyles (1964), citados por Francois (9), coinciden con éste último sobre los resultados obtenidos en germinación del sorgo bajo condiciones de salinidad.

Cerda y colaboradores (5), realizaron una investigación con dos cultivares de chícharo, SP-290 y Durana, los cuales fueron cultivados hasta su madurez en lisímetros llenados con suelos calcáreo y regados con agua con valores de Conductividad Eléctrica de 1.8, 4.0, 6.0, y 10 mmhos/cm. Los valores de Conductividad Eléctrica en el horizonte del suelo de 0-25 cm en el lisímetro, fueron aproximadamente igual que la Conductividad Eléctrica del agua aplicada.

Los efectos de salinidad sobre el rendimiento absoluto de los parámetros, estuvieron dependiendo del cultivar. El rendimiento del área verde y semilla, eran progresivamente reducidos con incrementos en la Conductividad Eléctrica, en el cultivar SP-290, mientras que en el cultivar Durana, no hubo reducción notable sobre la salinidad de 5.6 mmhos/cm. El cultivar Durana, que tiene un ciclo de madurez tardío, en todos los niveles de Conductividad Eléctrica, tuvo un alto peso seco de la materia verde, y un mayor número de vainas por planta, que el cultivar SP-290, teniendo este último un ciclo de madurez temprana.

Shannon y colaboradores (16), en un estudio realizado en -

invernadero, midieron la altura y peso de la planta, y el peso de la semilla en Fijo australiano (E. turnerana), como función de la salinidad. Encontrando que las concentraciones de Sodio, Calcio, y Cloro, en los tejidos y tallos, se incrementaron como se incrementó la salinidad del suelo. Además, concluyeron que a una salinidad superior a 15.0 mmhos/cm, E. turnerana es tolerante, como el zacate Bermuda. El rendimiento del grano, para E. turnerana, estuvo disminuido en un 50%, cuando la salinidad fué de 24 mmhos/cm. Comparado con estudios anteriores sobre la reducción del rendimiento de grano de sorgo, (Sorghum bicolor), y cebada (Hordeum vulgare, L.), ocurre para 11.0 y 16.0 mmhos/cm respectivamente, E. turnerana, tuvo una alta tolerancia a la salinidad, cultivada para grano o forraje, como forraje muestra una buena digestibilidad.

Robinson y colaboradores (13), evaluaron los efectos de los incrementos de salinidad en el rendimiento de los cultivos, y la salinización del suelo. El agua fué salinizada artificialmente, aplicada mediante riego por aspersion para cultivos sobre suelos arcilloso y arcillo-arenoso. El agua con un nivel total de sólidos disueltos (TDS), arriba de 1,350 mg/lt, produjo significativamente bajos rendimientos de vainas de frijol, en zanahorias y cebollas, comparándolos con el agua de riego del Río Colorado, con 875 mg/lt de TDS. El tratamiento de radio de 0.57 m, dió una reducción significativa en el rendimiento de la alfalfa, después de dos años.

Durante los dos años, las sales acumuladas aumentaron, indicando un movimiento ascendente del nivel freático. El riego de radio de 0.67 m, dió un incremento similar en la salinidad del suelo, pero no hubo significancia en la reducción del rendimiento después de 32 meses. El riego de radio de 0.78 m dió altos rendimientos, y una menor acumulación de sales, indicando una lixiviación parcial de las mismas.

Efecto del Manto Freático en los cultivos

T. A. Howel y colaboradores (10), evaluaron la respuesta del grano de sorgo, a la inundación en períodos de doce días en la primera etapa de crecimiento, en el crecimiento vegetativo y en la etapa de crecimiento de la panoja, para el grano de sorgo, encontrando que los doce días de inundación en la primera etapa de crecimiento, redujo la altura de la planta en un 5%, y el rendimiento en un 30%. La inundación para 12 días en el crecimiento vegetativo, redujo la altura de la planta en un 2% y el rendimiento en un 26%. Las inundaciones después del crecimiento de la panoja, no ejercieron efecto alguno sobre el rendimiento.

Ritter y Beer (1969), citados por Howel (10), dirigieron un experimento para determinar los efectos de 1, 2, 3 y 4 días de inundación, sobre el rendimiento de maíz, bajo dos niveles de fertilidad de nitrógeno, encontrando que el rendimiento de maíz, estuvo afectado más por la inundación, duran

te el período de crecimiento temprano (aproximadamente una altura de planta de 15 cm), y el rendimiento estuvo más disminuido por el período de inundación de 4 días, que para cualquier otro período corto.

Williamson y Schlifgaard (1969), citados por L. C. Benz (3), han mostrado que las profundidades óptimas del Nivel Freático, son de 0.76 a 0.86 m para maíz, y de 0.46 a 0.61 m para soya.

Torvey (1963), citado por L. C. Benz (3), encontró que para alfalfa es cerca de 0.61 m.

L. C. Benz, (2), encontró que los rendimientos de tres cultivos (maíz, remolacha y alfalfa), con tres diferentes niveles freáticos, (nivel freático superior de 0.5 m, nivel freático medio de 1.0 m y nivel freático profundo de 1.5 m), fueron más altos con el nivel freático superficial, que para el nivel freático medio y profundo. En las parcelas con nivel freático superficial, el riego no tuvo efecto sobre los rendimientos. Sin embargo, los rendimientos del maíz con nivel freático medio y profundo, se incrementaron conforme se aumentaban las láminas de riego.

La razón aparente de los altos rendimientos para el nivel freático superficial, es que los cultivos estuvieron satisfaciendo sus necesidades hídricas del agua freática. Debido a-

que la profundidad del nivel freático, se incrementó durante la estación de crecimiento, las raíces de los cultivos fueron profundas dentro del perfil de suelo donde las condiciones fueron probablemente ideales para la producción máxima. Las altas aplicaciones de agua y los riegos más frecuentes quizá tuvieron incremento en los rendimientos con nivel freático medio y profundo.

Cannell y colaboradores (1977), citados por Stanley (17), encontraron que las plantas de chícharo (Pisum sativum L.), son más sensibles a las condiciones de inundación, durante la estación de crecimiento tardío, mientras que Watson y colaboradores (1976), citados por Stanley (17), encontraron que la excesiva agua en el suelo, redujo más los rendimientos en cebada (Hordeum vulgare L.), trigo (Triticum aestivum L.), y avena (Avena sativa L.), durante la estación de crecimiento temprano, que en el tardío.

En un estudio realizado por Stanley y otros (17), consistente en probar 2 profundidades de nivel freático (45 y 90 cm), para determinar los efectos temporales de la profundidad del nivel freático, impuesto en diferentes períodos de crecimiento en el desarrollo de la parte aérea y raíces de la soya (Glycine max L. Ferr). Las profundidades del nivel freático, fueron establecidas por 7 días, durante la prefloración (después del establecimiento de las vainas), y postestablecimiento de las vainas. El crecimiento de la parte a-

érea y la raíz, son parametros que fueron revisados continuamente durante todo el período de crecimiento.

Los resultados indicaron que la tolerancia de la raíz al control del nivel freático, cambió en el desarrollo de la planta, a través de su ciclo de crecimiento. Durante la prefloración, la tolerancia de la raíz, fué evidente, sin embargo, - en algunos casos si hubo fuertes daños en la raíz, cuando el nivel freático fué impuesto, pero la habilidad de las plantas para ajustarse a la situación mediante el desarrollo de nuevas raíces, en áreas de suelo fuera del nivel freático, - fué muy notoria en este período de crecimiento. La raíz no toleró las condiciones de nivel freático observadas en el post-establecimiento de la vaina.

En esta investigación se concluyó que el crecimiento de la parte aérea y los rendimientos, fueron disminuidos más por la falta de agua que por los daños causados a la raíz por el manto freático elevado.

La soya no fué regada, excepto con agua del nivel freático, - en los tratamientos de nivel freático. Los rendimientos fueron mayores para los tratamientos regados (no del agua freática, y para el nivel freático elevado de 45 cm de profundidad), impuesto durante los períodos de prefloración y post-floración.

METODOLOGIA

Localización.

En el estado de Tamaulipas, se encuentra la ciudad de Valle Hermoso, situada en el paralelo $25^{\circ}40'29''$ Latitud Norte, y - el meridiano $97^{\circ}48'58''$ Latitud Oeste, con una altura media - sobre el nivel del mar de 13.5 metros.

Clima.

La temperatura media mensual, varía de 14.32°C en el mes de enero y 27.86°C en el mes de julio, con una precipitación media anual de 682.77 mm, cuyos meses lluviosos son, Agosto y Septiembre, con una precipitación media mensual de 85.59 y - 117.6 mm respectivamente.

Cultivo.

En la región de Valle Hermoso, se cultiva principalmente el sorgo, bajo una agricultura de riego, con diversidad de variedades, en las que se encuentran la Master Guld, Wac 694, - Asgrow, Topaz, Orizont 694 y la Esmeral. La fecha de siembra es del 15 de febrero al 15 de marzo, con una duración del ciclo de 120 días. De menor superficie cultivada, se encuentran los cultivos como el maíz y frijol.

En ésta región, se seleccionaron los lotes número 9327 y - 9328, que se encuentran a 5 km del poblado El Realito, rumbo a la carretera Valle Hermoso-Río Bravo. En el lote número -

9328, se explota el cultivo del sorgo, y el número 9327, está fuera de producción. (Fig. 1)

Delimitación.

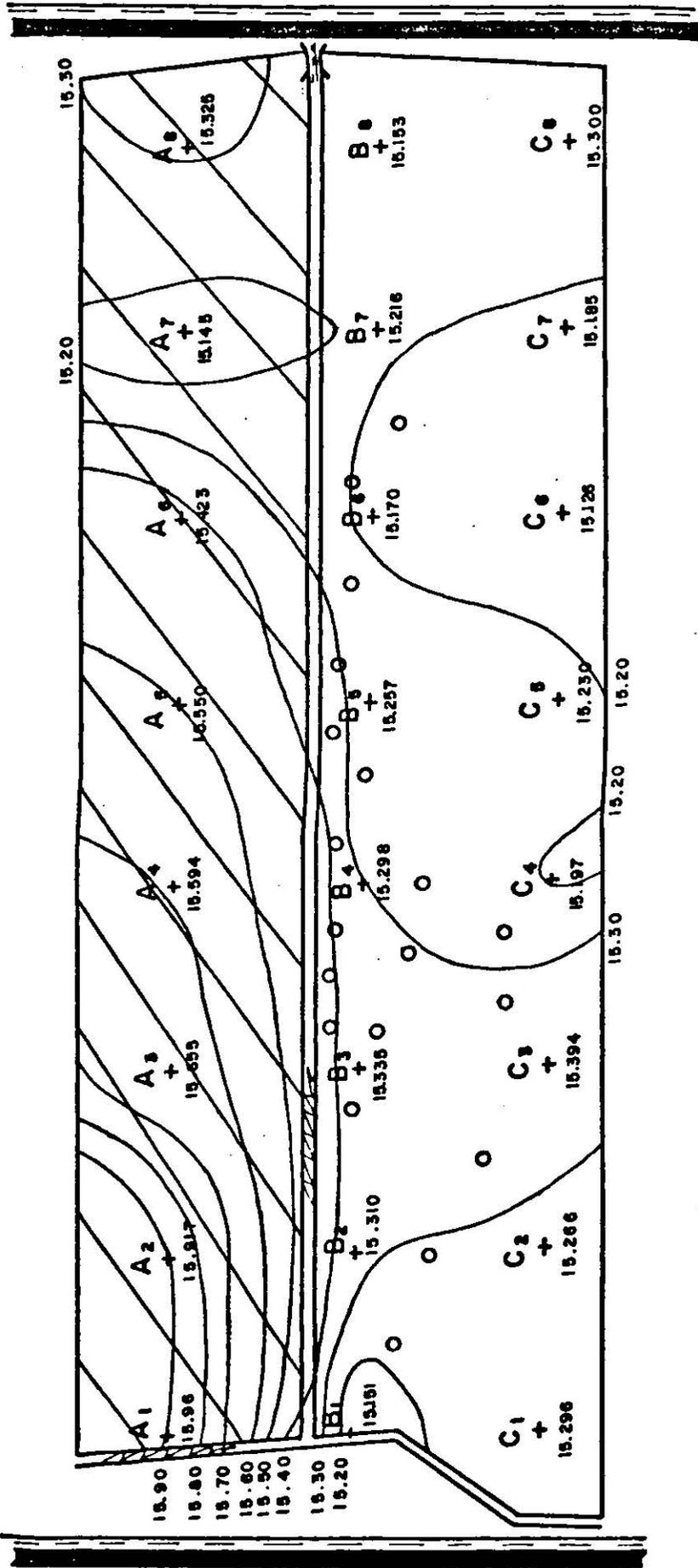
Se fijaron los límites del área experimental, trazándose una poligonal de 6 lados, con un área de 21,9733 has, sobre la cual se proyectó una cuadrícula con 20 mts entre vertices, que sirvió de base para la configuración de la superficie del suelo, por medio de curvas a nivel. (Fig. 1)

Muestreo del Suelo.

Sobre la cuadrícula, se trazó una red de 100 mts por lado, en cuyos vértices se fijaron los pozos de observación, con el fin de medir la profundidad del nivel freático, y tomar muestras del agua freática, para analizar su calidad. Al construir los pozos de observación, se realizó simultáneamente el estudio de suelos, para lo cual, se tomaron muestras de cada estrato del suelo, para realizar esto, en cada muestra de suelo extraído, se le determinó su textura al tacto, color en húmedo, consistencia, reacción al ácido clorhídrico (HCl), y espesor del estrato. Las muestras de suelo, se obtuvieron por medio de una barrena de tipo abierta.

Medición de la Conductividad Hidráulica.

En los pozos que se establecieron, se realizó la medición de la conductividad hidráulica, por el método del agujero de barrena en pozos simples, el cual fué propuesto por Hooghout y



SIMBOLOGIA

- Dren 
- Camino 
- Repedera 
- Alcantarilla 
- Pozo de observación +
- Punto de cosecha O
- Area fuera de producción 

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS	
PLANO TOPOGRAFICO.	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
No. Lote 9327 y 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3800	21.9733 HAS.
FECHA	
ABRIL - 1966	

FIGURA 1.- Plano Topográfico de los lotes en estudio, Pozos de observación y puntos de cosecha.

Ernst. (11)

Establecimiento de los pozos de observación.

Como las perforaciones que se realizaron no es posible mantenerlas intactas durante largo tiempo, se les además con tubo-conduit de 5 cm de diámetro y 3.5 m de largo, al cual se le realizaron perforaciones a su alrededor, para que fluya el agua a todo lo largo del mismo, a los tubos se les colocó un filtro de poliel, para evitar que se obturen. Posterior a ésto, se incaron los tubos y se rellenaron los pozos con gravilla, alrededor del tubo.

Lecturas del Nivel Freático.

Se registró la profundidad del nivel freático con respecto a la superficie del suelo, para lo cual se utilizó una sonda acústica. Las lecturas del nivel freático, se realizaron con un intervalo de un mes, y sirvieron para analizar las fluctuaciones del nivel freático en el período que duró el ciclo del cultivo, desde que se establecieron los pozos, hasta finalizar el ciclo del cultivo.

Toma de muestras del Agua freática.

Los pozos de observación, sirvieron para obtener muestras de agua, que se enviaron al laboratorio del Departamento de Riego y Drenaje de la SARH, de Río Bravo, Tamps., para determinar la calidad de las misma. Las muestras de agua se colectaron en botes de plástico, de capacidad de un litro, previa

mente identificados. Las muestras de agua se obtuvieron con niples galvanizados de 3.5 cm de diámetro, y 35 cm de largo, tapados en un extremo, a los cuales se les sujetó por medio de un extensión de hilo.

Fecha de siembra y manejo del cultivo.

Antes de la siembra se realizaron las siguientes labores:

Se fertilizó en el mes de diciembre, el fertilizante utilizado, fué la Urea, aplicándose una dosis de 200 kg/ha.

El suelo se dejó en descanso desde el mes de diciembre, hasta el mes de febrero.

Rastreandose el suelo en forma cruzada, y a una profundidad aproximada de 4 pulgadas.

El bordeo y contrabordeo, con una altura de 8 pulgadas.

Posterior a lo anteriormente señalado, se aplicó un riego de pre-siembra el día 3 de febrero.

El día 15 de febrero, se realizó la siembra, utilizándose las variedades Wack y Orizont 694 (revueltas), con una densidad de siembra de 16 kg/ha. El día 20 de abril se cultivó a una profundidad aproximada de 15 centímetros, con una cultivadora rotativa tipo Lillistone, y posterior a esto, se realizó un riego de auxilio, a partir del día 8 de mayo, siendo éste el único riego de auxilio que se efectuó. Se proyectó una precipitación total de 147 mm, durante el ciclo del cultivo.

La cosecha se realizó el día 15 de junio.

Muestreo de Cosecha.

El muestreo de la cosecha se realizó bajo las siguientes dos fases:

- 1.- Se seleccionaron los puntos de cosecha, de acuerdo a la salinidad aparente del cultivo, se determinaron 5 tipos de salinidad aparente, las cuales se identificaron como A, B, C, D y E, de las cuales se tomaron 4 repeticiones de cada una de ellas.

- 2.- En los puntos de cosecha, se muestreó el suelo a profundidades de 0-20 y 20-50 cm, para posteriormente, realizar con dichas muestras, los análisis necesarios para determinar la salinidad y fertilidad de los puntos de cosecha.

El criterio del muestreo de la cosecha, se utilizó el propuesto por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo. (11)

Cuantificación de Variables.

Manto Freático:

Profundidad mensual.

Calidad del agua freática mensual.

Suelos:

Salinidad.

Fertilidad.

Cosecha:

Rendimiento del grano (Kg/Ha).

Número de Panojas.

Determinaciones Químicas y Físicas.

Químicas:

Determinación	Método
Ph	Potenciómetro
Nitrógeno Total	Método de Kjeldahl
Fósforo Admisible (kg/ha)	Método de Olsen
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black
Conductividad Eléctrica	Puente de Whatstone
Calcio (Ca^{++})	Titulación con Versenato (EDTA)
Magnesio (Mg^{++})	Titulación con Versenato (EDTA)
Sodio (Na^+)	Espectofotómetro
Carbonato (CO_3^-)	Titulación con Acido Sulfúrico
Bicarbonato (HCO_3^-)	Titulación con Acido Sulfúrico
Cloro (Cl^-)	Titulación con Nitrateo de Plata
Sulfatos (SO_4^-)	Gravimetría como Sulfato de Bario

Físicas:

Determinación	Método
Color	Tabla de Munsell
Textura	Hidrómetro de Bouyoucos
Consistencia	Al tacto

RESULTADOS

Análisis de Salinidad, Físicos y de Fertilidad del suelo.

Los resultados de los análisis de salinidad, físicos (incluyendo en éstos la Conductividad Hidráulica (CH)), y de fertilidad del suelo, correspondientes a las muestras de suelos, obtenidas durante la construcción de los pozos de observación y a las muestras de los puntos de cosecha, se presentan clasificadas por salinidad según Massoud, citado por Pizarro (11) en los cuadros del 6 al 26 (Apéndice I).

En la figura 8, se presenta el plano de salinidad analizada, expresada en Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), entre los estratos de suelos de hasta 100 cm de profundidad, realizado con las muestras de suelo especificadas en los cuadros del 10 al 21, del Apéndice I, las cuales son las muestras de suelos obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

Freametría y Calidad del Agua Freática.

Los análisis de salinidad del agua freática, obtenida de los pozos de observación, correspondientes a las muestras de agua colectadas en los meses de mayo, junio y julio, se presentan en los cuadros del 27 al 34 (Apéndice II).

Los planos de las curvas Isobatas, de los meses de abril, mayo y junio, se encuentran en las figuras de la 10 a la 12 (Apéndice II).

Cosecha del cultivo.

Los rendimientos en grano y número de panojas, obtenidos en los diferentes puntos de cosecha, se encuentran en el cuadro 1, en el que también se pueden observar los valores promedio entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, de los resultados de los análisis de salinidad de las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha. En el cuadro 1, también se puede observar los análisis de fertilidad del suelo en el estrato de 0-20 cm, de las muestras de suelo antes mencionadas. La freametría respectiva en los puntos de cosecha, se presenta en el cuadro 1.

En la figura 2, se puede observar el diagrama de dispersión entre el rendimiento en grano, contra la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) promedio, entre los estratos de suelo de 0-20 cm, correspondientes a las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha, así mismo, en las figuras de la 3 a la 7, se presentan los diagramas de dispersión entre el rendimiento en grano, y las concentraciones promedio de los iones (meq/lto), entre los estratos de suelo y muestras antes mencionadas. Los iones incluidos en estos diagramas, son los que presentan una correlación alta con el rendimiento.

Análisis de Correlación.

En el cuadro 2, se presentan las correlaciones obtenidas con las 16 variables del cuadro 1.

Con los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo de los estratos de los pozos de observación y los puntos de cosecha, (cuadros del 6 al 26, del Apéndice I), que suman un total de 156 muestras analizadas, se realizó un análisis de correlación entre los iones y la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), cuyos resultados se encuentran en el Cuadro 3.

Regresiones.

En el cuadro 4, se puede observar el análisis de varianza obtenido en la regresión entre el Rendimiento en grano (kg/ha), y el promedio de la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, de las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha.

A continuación se presentan algunos parámetros de interés obtenidos en el análisis de regresión entre el Rendimiento en grano (kg/ha), y el promedio de la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), entre los estratos de suelos de 0-20 y 20-50 cm, de las muestras de suelo obtenidos en los puntos de cosecha, los cuales son:

Coefficiente de Correlación $R=0.902430$

Coefficiente de Determinación $R^2=0.814390$

$B_0=5052.0630$

$B_1= 565.2650$

Con los parámetros anteriormente expuestos, se obtuvo la gráfica y el modelo mostrados en la figura 9.

En el cuadro 5, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de regresión entre el Rendimiento en grano (kg/ha) y la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), promedio entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, de las muestras de suelo-colectadas en los puntos de cosecha, en Rendimiento en grano (RTO) y la profundidad del nivel freático (PNF) del mes de abril, RTO y PNF del mes de mayo, RTO y PNF del mes de junio, RTO y % de Fósforo Disponible, RTO y % de Materia Orgánica y por último el RTO y % de Nitrógeno total. Las variables correspondientes a Fertilidad (% de Fósforo Disponible, Materia Orgánica en % y % de Nitrógeno total), se obtuvieron del estrato de suelo de 0-20 cm, de las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.

CUADRO 1.- Rendimiento en grano y número de panojas, Resultados de los análisis de salinidad promedio entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, Freametría y Fertilidad de los puntos de cosecha.

RENDIMIENTO		S A L I N I D A D							FREAMETRÍA				F E R T I L I D A D			
GRANO	FRANJAS	Conduc- tividad Eléctrica mmhos/cm.	C A T I O N E S			A N I O N E S				Profundidad del nivel freático (cm)				F E R T I L I D A D		
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	ABRIL	MAYO	JUNIO	MATERIA ORGANICA	NITROGENO TOTAL	FOSFORO DISPONIBLE	
Kg/Ha	NUMERO															
5523.00	484	1.40	5.75	6.25	9.90	0.18	5.15	3.80	13.13	130	90	110	1.34	0.077	13.10	
3818.90	268	1.80	8.25	6.25	13.35	0.19	3.65	4.30	20.09	130	70	90	1.40	0.080	14.16	
3409.90	320	1.85	10.25	4.00	14.25	0.19	4.40	6.30	17.99	170	110	110	1.82	0.105	14.40	
3597.00	313	2.20	6.50	9.00	16.80	0.22	4.90	9.05	20.57	130	90	90	1.60	0.092	12.20	
3524.50	314	3.35	12.25	12.00	25.55	0.22	4.40	13.55	32.07	130	50	90	1.60	0.092	9.78	
1652.50	143	3.90	11.75	9.00	34.35	0.21	3.90	17.80	33.61	150	110	110	1.67	0.096	15.00	
2659.70	326	4.00	9.00	7.25	30.85	0.20	3.90	22.05	21.32	150	110	110	1.41	0.081	12.20	
3265.70	257	4.10	14.00	11.25	29.45	0.19	5.40	15.55	33.94	150	110	110	1.60	0.092	12.08	
3269.70	233	4.15	12.50	12.25	35.45	0.24	5.15	19.55	35.74	130	70	90	1.56	0.090	10.97	
2253.70	242	4.20	7.00	7.50	39.50	0.93	4.90	23.80	26.23	130	90	90	1.34	0.077	10.42	
3264.30	352	5.15	16.25	11.75	41.65	0.30	5.15	29.80	35.00	130	50	110	1.67	0.092	15.10	
679.50	145	6.10	14.50	14.75	55.30	0.30	4.90	38.05	41.90	150	110	110	1.60	0.092	14.16	
1521.40	233	6.50	13.25	10.00	55.90	0.40	4.15	42.55	32.86	130	50	110	1.60	0.092	10.97	
641.50	131	6.80	19.75	9.50	57.55	0.37	3.65	42.30	40.93	130	90	90	1.34	0.077	12.08	
0.00	0	7.10	26.50	23.25	52.45	0.34	6.40	43.80	59.34	130	70	90	1.78	0.103	10.97	
729.40	141	8.20	20.50	17.50	66.85	0.33	4.15	60.80	40.23	130	50	90	1.60	0.092	17.12	
188.50	46	8.80	27.50	19.25	77.80	0.35	3.15	65.30	53.95	130	50	90	1.30	0.075	13.90	
530.40	67	8.85	21.75	12.25	65.35	0.28	3.15	48.30	48.18	130	70	90	1.78	0.103	15.39	
261.50	92	9.20	23.75	11.75	84.05	0.66	3.40	70.50	46.26	130	70	90	1.67	0.096	9.78	

CUADRO 2.- Correlaciones obtenidas con las 16 variables presentadas en el Cuadro 1.

FERTILIDAD	RENDIMIENTO																FERTILIDAD (%)	
	GRAMO NITROGENO TOTAL	GRAMO MATERIA ORGANICA	JUNIO	MAYO	ABRIL	SO ₄	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NO ₃ ⁻	PROFUNDIDAD NIVEL PREATICO	MATERIA ORGANICA	NITROGENO TOTAL			
POSFORO DISPONIBLE	-.09 ^{ns}	-.06 ^{ns}	.09 ^{ns}	.10 ^{ns}	.04 ^{ns}	.05 ^{ns}	-.38 ^{ns}	-.27 ^{ns}	.09 ^{ns}	-.01 ^{ns}	.21 ^{ns}	-.05 ^{ns}	-.11 ^{ns}	.22 ^{ns}	-.16 ^{ns}			
NITROGENO TOTAL	-.25 ^{ns}	-.19 ^{ns}	.16 ^{ns}	.13 ^{ns}	.09 ^{ns}	-.13 ^{ns}	.06 ^{ns}	-.17 ^{ns}	.19 ^{ns}	.13 ^{ns}	-.11 ^{ns}	.24 ^{ns}	.28 ^{ns}	-.84*				
MATERIA ORGANICA	.15 ^{ns}	.05 ^{ns}	-.08 ^{ns}	-.00 ^{ns}	.02 ^{ns}	.16 ^{ns}	-.19 ^{ns}	.30 ^{ns}	-.16 ^{ns}	.02 ^{ns}	.32 ^{ns}	-.31 ^{ns}	-.10 ^{ns}					
JUNIO	.19 ^{ns}	.28 ^{ns}	-.26 ^{ns}	-.19 ^{ns}	-.09 ^{ns}	-.29 ^{ns}	-.33 ^{ns}	.46*	-.28 ^{ns}	-.18 ^{ns}	.59*	.49*						
MAYO	.13 ^{ns}	.12 ^{ns}	-.41 ^{ns}	-.37 ^{ns}	-.35 ^{ns}	-.40 ^{ns}	-.15 ^{ns}	.27 ^{ns}	-.44 ^{ns}	-.30 ^{ns}	.72*							
ABRIL	.14 ^{ns}	.17 ^{ns}	-.34 ^{ns}	-.27 ^{ns}	-.35 ^{ns}	-.33 ^{ns}	.05 ^{ns}	-.35 ^{ns}	-.35 ^{ns}	-.30 ^{ns}								
SO ₄	-.86*	-.90*	.88*	.94**	.87*	.84*	.23 ^{ns}	.07 ^{ns}	.82*									
Cl ⁻	-.88*	-.77*	.98**	.87*	.67*	.99**	.44 ^{ns}	-.04 ^{ns}										
HCO ₃ ⁻	-.32 ^{ns}	-.26 ^{ns}	-.36 ^{ns}	-.21 ^{ns}	.21 ^{ns}	-.39 ^{ns}	-.07 ^{ns}											
K ⁺	-.40 ^{ns}	-.30 ^{ns}	.40 ^{ns}	.17 ^{ns}	.08 ^{ns}	.05 ^{ns}												
Ca ⁺⁺	-.90*	-.80*	.98**	.85*	.65*													
Mg ⁺⁺	-.67*	-.71*	.69*	.81*														
NO ₃ ⁻	-.82*	-.83*	.09*															
PROFUNDIDAD NIVEL PREATICO	-.90*	-.82*																
MATERIA ORGANICA																		
NITROGENO TOTAL																		
NUMERO DE PANAJAS																		

* Significancia al 99% de probabilidad
 ns No Significativo

CUADRO 3.- Correlación entre los Iones y la Conductividad Eléctrica, realizada con los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo, de los estratos de los pozos de observación, y los puntos de cosecha.

	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Ka ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CE x 10 ³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
Ca ⁺⁺	0.9266*													
Mg ⁺⁺	0.8482*	0.8077*												
Na ⁺	0.9550*	0.9278*	0.8095*											
Ka ⁺	0.2719*	0.2530*	0.2702*	0.2661*										
HCO ₃ ⁻	-0.6044*	-0.6220*	-0.4695*	-0.7346*	-0.1556 ^{ns}									
Cl ⁻	0.8305*	0.7729*	0.7131*	0.7729*	0.2114*	-0.4113*								
SO ₄ ⁼	0.4899*	0.6268*	0.4706*	0.6823*	0.1576 ^{ns}	-0.7245*	0.2847*							

* Significancia al 99% de Probabilidad
ns No significativo

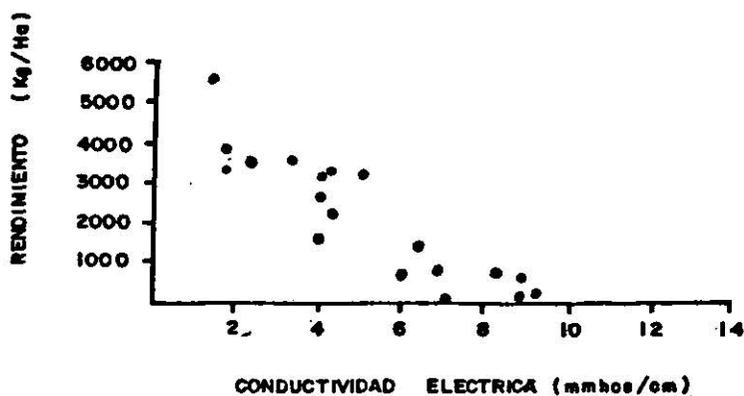


FIGURA 2.- Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) promedio entre estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm

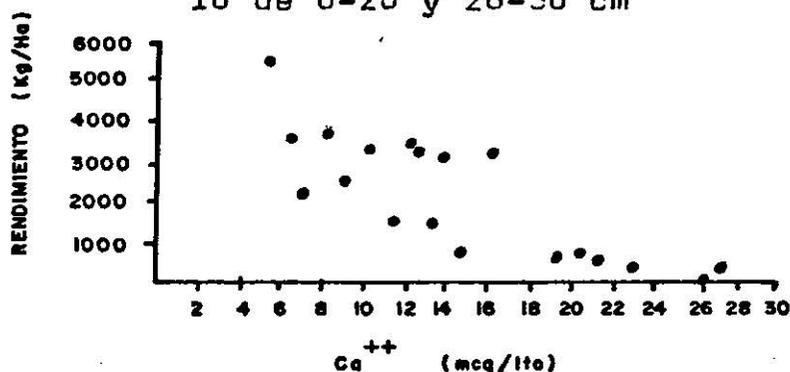


FIGURA 3.- Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Calcio (Ca⁺⁺).

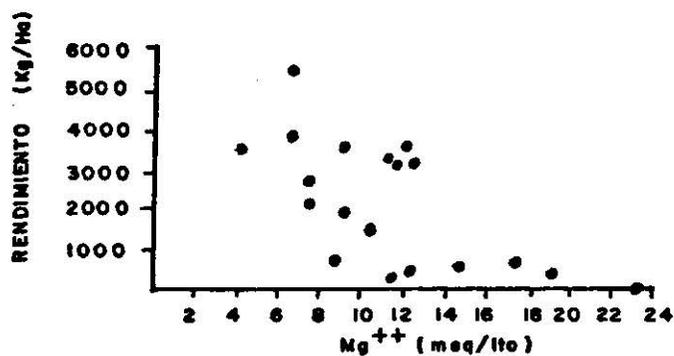


FIGURA 4.- Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Magnesio (Mg⁺⁺).

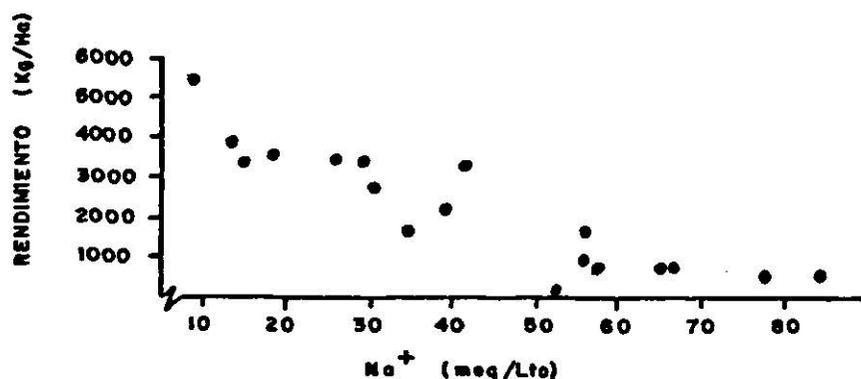


FIGURA 5.- Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Sodio (Na^+).

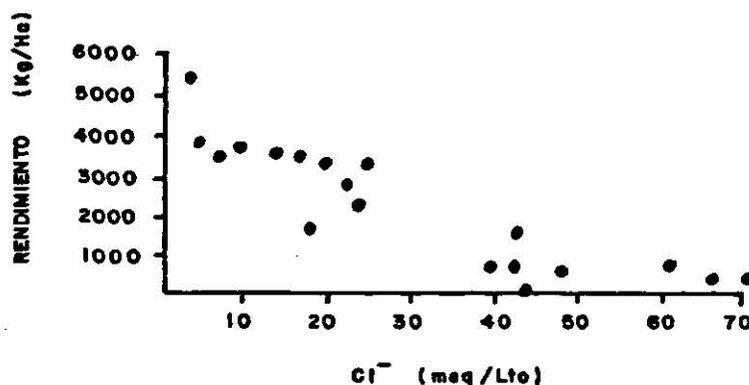


FIGURA 6.- Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Cloro (Cl^-).

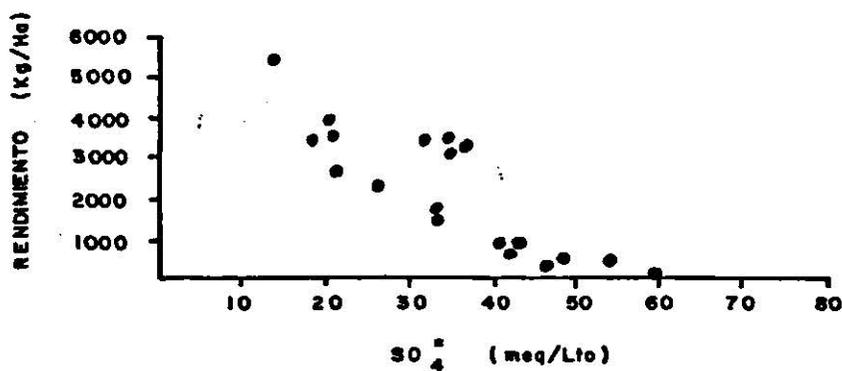
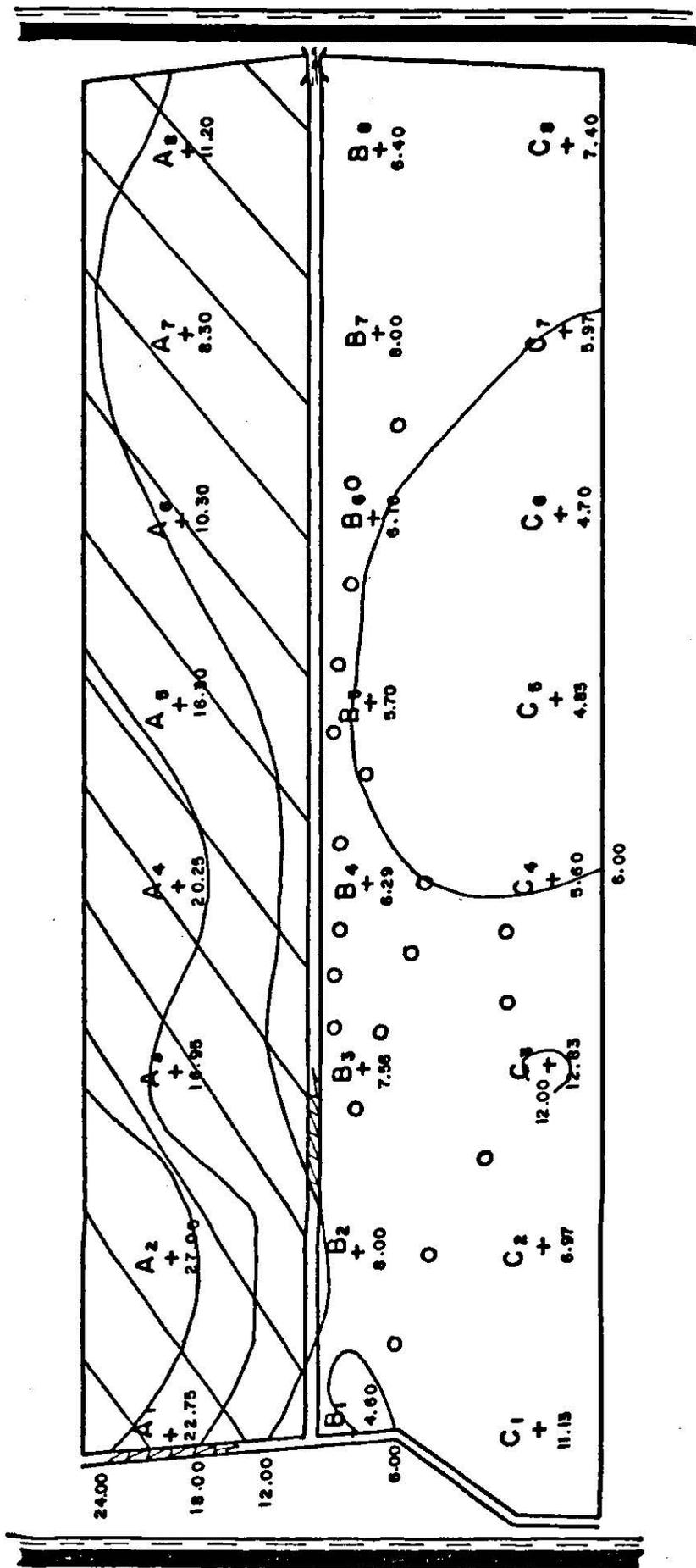


FIGURA 7.- Diagrama de dispersión entre el Rendimiento en grano y la Concentración de Sulfatos ($\text{SO}_4^=$).



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO DE SALINIDAD DEL SUELO A UNA PROFUNDIDAD DE 100 CMS.	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PCO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MISUEL JIMENEZ
No. Lote 9327 y 9328	
ESCALA 1: 3000	AREA TOTAL 21.9735 HAS.
FECHA ABRIL - 1965	

SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Repedera
- Alcantarilla
- Pozo de observación +
- Punto de Cosecho O
- Area fuera de producción

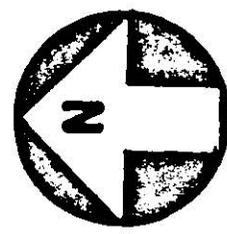


FIGURA 8.- Plano de Salinidad Analizada expresada en Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), promedio entre los estratos de suelo de hasta 100 cm de profundidad.

CUADRO 4.- Análisis de Varianza obtenido en la regresión entre el Rendimiento en grano (kg/ha), y el promedio de Conductividad Eléctrica entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, de las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALC.	F (19,0.01)
Regresión	1	37055861.921	37055861.921	74.58	8.4**
Residual	17	8445703.870	496806.110		

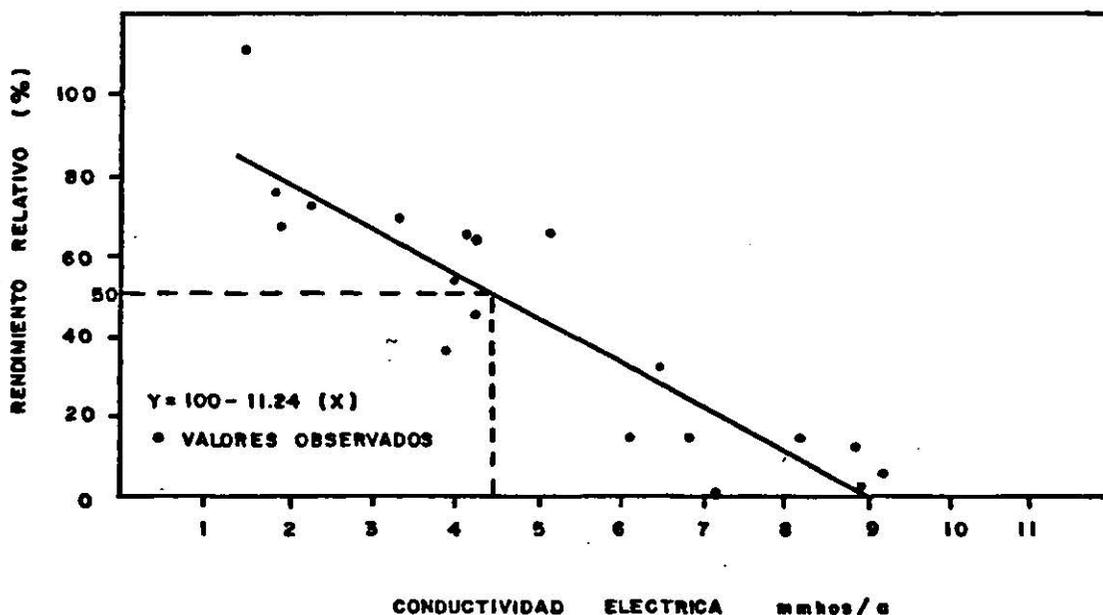


FIGURA 9.- Rendimiento Relativo del sorgo en grano, en función con el incremento de salinidad promedio del suelo en los estratos de 0-20 y 20-50 cm.

Cuadro 5.- Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre el Rendimiento en grano (kg/ha), y las variables mencionadas dentro del mismo cuadro.

VARIABLE	MODELO	R	R ²	g l	suma de cuadrados	
CEX10 ³	Lineal	0.90243	0.81439	1	7055861.92	**
	Cuadrática	0.86076	0.74090	2	3712109.59522	**
	Cúbica	0.80815	0.65310	3	29717138.06541	**
PNF del mes de abril	Lineal	0.13174	0.01736	1	789689.0528	NS
	Cuadrática	0.13706	0.01878	2	854726.28843	NS
	Cúbica	0.14241	0.02028	3	922759.85456	NS
PNF del mes de mayo	Lineal	0.13868	0.01923	1	875152.00724	NS
	Cuadrática	0.13397	0.01795	2	816599.73237	NS
	Cúbica	0.12763	0.01629	3	741250.55721	NS
PNF del mes de junio	Lineal	0.18076	0.03268	1	1486788.73533	NS
	Cuadrática	0.18076	0.03268	2	1486788.68910	NS
	Cúbica	0.18076	0.03268	3	1486788.69001	NS
% de Fósforo Disponible	Lineal	0.07137	0.00509	1	231752.26061	NS
	Cuadrática	0.09605	0.00923	2	419759.48695	NS
	Cúbica	0.12027	0.01446	3	658146.29052	NS
% de Materia Orgánica	Lineal	0.19252	0.03706	1	1686387.74187	NS
	Cuadrática	0.20078	0.04031	2	1834375.90276	NS
	Cúbica	0.20777	0.04317	3	1964148.02142	NS
% de Nitrógeno Total	Lineal	0.20963	0.04394	1	1999546.44156	NS
	Cuadrática	0.21960	0.04822	2	2194198.88517	NS
	Cúbica	0.22807	0.05201	3	2366755.2656	NS

R = Coeficiente de Correlación
R² = Coeficiente de Determinación
g l = grados de libertad

* Significancia al 99 % de Probabilidad
NS No significativo

DISCUSION

A pesar de que los análisis de salinidad (concentración total de iones), se realizaron solo en las muestras de suelo, podemos inferir algunos efectos de los iones sobre el cultivo, ya que al aumentar la concentración de éstos en el suelo aumenta su concentración en la planta, principalmente el Sodio (Na), Calcio (Ca) y el Cloro (Cl), ya que Shannon y colaboradores (16), encontraron que la concentración de estos iones aumentaba en los tejidos y tallos de las plantas, como se incrementaba su concentración en el suelo.

La Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) promedio, en los estratos de 0-20 y 20-50 cm, resultó la variable más altamente correlacionada con el rendimiento en grano, ($R=-0.90$), seguida por el Sodio (Na^+) $R=-0.90$, Cloro (Cl^-) $R=-0.88$, Sulfatos (SO_4^{2-}) $R=-0.86$, y Calcio (Ca^{++}) $R=-0.82$, como se puede observar en el cuadro 2.

En el mismo cuadro, se puede observar que el rendimiento expresado en número de panojas, estuvo más afectado por los Sulfatos (SO_4^{2-}) $R=-0.90$, seguido del calcio (Ca^{++}) $R=-0.83$, Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) $R=-0.82$, y el Sodio (Na^+) $R=-0.80$

La correlación mencionada en los párrafos anteriores, es una correlación negativa y altamente significativa al 99% de pro

babilidad.

Esta correlación negativa de los iones sobre el rendimiento, es debida principalmente a los siguientes efectos:

Efectos Tóxicos: Provocado principalmente por las sales como Cloruro de Sodio, Sulfato de Magnesio y el Sulfato-Sodio, debido a que son las mas altamente solubles - por lo tanto, las mas concentradas en la solución - del suelo.

Efecto Osmótico: Es debido principalmente a la concentración total de sales (Conductividad Eléctrica), presentes en el suelo.

En el cuadro 2, puede observarse que los iones mas altamente correlacionados entre sí son:

Sodio - Cloro R=0.99

Sulfato-Calcio R=0.94

Observandose que las sales mas predominantes en el suelo - (estrato de 0-50 cm), son:

Cloruro de Sodio (Na Cl)

Sulfato de Calcio (Ca SO₄)

De lo cual se deduce que gracias a la presencia de Sulfato de Calcio (yeso), el Calcio, es el ión que permanece retenido ó adsorbido a las partículas de suelo, y por lo cual, el suelo permanece flocculado, a pesar de los riegos y las lluvias, que provocan la lixiviación de las sales solubles, como el Cloruro de Sodio.

En el cuadro 3, se observa que la probabilidad de que sucedan las correlaciones mostradas, son significativas al 99 % de probabilidad, por lo que las conclusiones que se hagan en base a los resultados de estas correlaciones, tendrán un alto grado de confiabilidad.

Así mismo, nos muestra el cuadro 3, que todos los iones estudiados, tienen una correlación negativa y significativa, con respecto a la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), y entre ellos mismos, a excepción de ión Bicarbonato, que presenta una correlación negativa con el resto de los iones estudiados y la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), lo cual nos indica que al existir un aumento de Bicarbonatos, existe una disminución de resto de los iones, principalmente de Sodio y Sulfatos, que presentan una correlación mas alta que el resto de los iones, la cual es $R=-0.73$ y $R=-0.72$, respectivamente.

Bonnet (1960), indica que el ión Bicarbonato, afecta la absorción y el metabolismo de los elementos nutritivos de las plantas, de acuerdo con la especie,

En el cuadro 5, se puede observar que la profundidad del Nivel Freático, en los diferentes meses que se realizaron las lecturas, y la fertilidad del suelo, en el estrato de 0-20 cm expresada en % de Fósforo Disponible, % de Materia Orgánica y % de Nitrógeno Total, no presentan efecto sobre la variación del Rendimiento en grano del sorgo, en los diferentes puntos de muestreo de cosecha.

Debido a que la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) promedio entre los estratos de 0-20 y 20-50 cm, explica un 81.44 % de la variación de el rendimiento en grano, en los diferentes puntos de muestreo de cosecha. El modelo propuesto en la figura 9, lo podemos utilizar con ciertas reservas, también este modelo, nos indica que para un incremento de una unidad de Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) promedio entre los estratos de 0-20 y 20-50 cm, el rendimiento en grano disminuye en un 11.9 %, a partir de 1.4 mmhos/cm de Conductividad Eléctrica promedio entre los estratos de 0-20 y 20-50 cm.

Francois y colaboradores (9), encontró que el rendimiento del sorgo, disminuye en un 50%, con una Conductividad Eléctrica promedio en el estrato de 0-120 cm, de 10 mmhos/cm.

Shannon y colaboradores (16), menciona que el sorgo disminuye su Rendimiento en un 50%, cuando la Conductividad Eléctrica es de 11 mmhos/cm.

USDA (19), presenta que el sorgo, siendo un cultivo semitolerante a la salinidad, disminuye su rendimiento en un 50%, cuando la Conductividad Eléctrica del suelo es de 8 mmhos/cm.

En la figura 9, se puede observar que el rendimiento de sorgo disminuye en un 50%, cuando la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), promedio entre los estratos de 0-20 y 20-50 cm, es de 4.5 mmhos/cm.

CONCLUSIONES

- 1.- Se presentó un efecto tóxico sobre el cultivo del sorgo - provocado por la excesiva concentración de sales, compuestas principalmente por los iones Sulfatos ($SO_4^{=}$) y Cloruros (Cl^{-}), por ejemplo, Cloruro de Sodio, Sulfato de Magnesio y Sulfato de Sodio.
- 2.- La Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), provocó un efecto osmótico sobre el cultivo.
- 3.- El Bicarbonato presentó un efecto antagónico respecto al resto de los iones analizados, en las muestras de suelo.
- 4.- Por cada unidad incrementada de Conductividad Eléctrica - expresada en mmhos/cm, promedio entre los estratos de 0-20 y 20-50 cm, el Rendimiento en grano del cultivo de sorgo, disminuye en un 11.9%, a partir de 1.4 mmhos/cm.
- 5.- El Rendimiento en grano del cultivo de sorgo, disminuye - en un 50%, cuando la Conductividad Eléctrica promedio del suelo, entre los estratos de 0-20 y 20-50 cm, es de 4.5 mmhos/cm
- 6.- La profundidad del Manto Freático, no presentó efecto sobre el Rendimiento del cultivo de sorgo.

RECOMENDACIONES

- 1.- Realizar análisis óptimo económico, para la recuperación de suelos salinos, utilizando el modelo propuesto (figura 9), y de ésta manera obtener la Conductividad Eléctrica promedio, a que debe ser disminuída, entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, y mediante este análisis conocer si el proceso de recuperación es económicamente redituable.

- 2.- En la recuperación del suelo, de los lotes en estudio, (lote número 9327 y 9328, figura 1), empezar por tratar de disminuir la concentración de sodio, y posterior a ésto, los restantes iones. Lo anterior se recomienda, ya que existe el peligro de que el ión Sodio (Na^+), pase a formar parte del complejo intercambiable, provocando con ésto, una defloculación del suelo.

RESUMEN

Los problemas de salinidad en la región de Valle Hermoso, Tamps, son tan fuertes, que existen, de un total de 43,312 has cultivadas, 5,470 has afectadas por suelos salinos y 1,130 has afectadas por suelos salino-sódicos, por lo que, sabiendo que la respuesta del rendimiento de los cultivos que presentan con respecto a cambios en la concentración de sales de suelo, se pueden determinar los cambios en el rendimiento, dependiendo de los cambios en la concentración salina, se estudió el efecto de la salinidad del suelo, sobre el rendimiento del cultivo del sorgo (Sorghum bicolor), así como también el efecto de la profundidad del Manto Freático, sobre el mismo cultivo, utilizando las variedades Wack y Crizont 694 (revueltas). También se estudió en esta Investigación, la interacción entre los iones en suelos salinos.

El objetivo de estudiar el efecto de la salinidad del suelo, es poder determinar el nivel a que se debe disminuir la salinidad promedio, entre los estratos de suelo de 0-20 y 20-50 cm, y obtener un rendimiento económicamente redituable, durante la rehabilitación de los suelos afectados por sales.

Se seleccionaron los puntos de cosecha, de acuerdo a la salinidad aparente, muestreándose el suelo en los puntos mencionados, a profundidades de 0-20 y 20-50, determinándole a dichas

muestras, la salinidad y fertilidad, así mismo se determinó - la profundidad del Manto Freático, a que había estado sometido el cultivo en los puntos de cosecha, en los meses de Abril Mayo y Junio, estando estas lecturas dentro del ciclo del cultivo, ya que se sembró el día 15 de febrero y se cosechó el día 15 de junio.

La fertilidad y la profundidad del Manto Freático, no presentaron efecto significativo sobre el rendimiento del sorgo en grano (kg/ha), no así la salinidad, evaluada como Conductividad Eléctrica (mmhos/cm), de la cual se encontró, que al incrementar ésta, en una unidad a partir de 1.4 mmhos/cm, el rendimiento en grano (kg/ha), disminuye en un 11.24 %.

Con los análisis de salinidad, de las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de pozos de observación para el estudio de la Freametría (calidad del agua freática y profundidad del Manto Freático), y los puntos de cosecha, se realizó una correlación entre la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) y la concentración (meq/lto), de los iones analizados, los cuales fueron; Calcio (Ca^{++}), Magnesio (Mg^{++}), Sodio (Na^+), Potasio (K^+), Bicarbonatos (HCO_3^-), Cloro (Cl^-), y Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), encontrando, que el ión Bicarbonato, presentó un efecto antagónico, respecto al resto de los iones analizados.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ayres, Gilbert H. 1970. Análisis Químico Cuantitativo. - México.
- 2.- Benz, L.C., G.A. Reichman, E.J. Doering, R.F. Follet, - 1978. Water-Table Depth and Irrigation on Applied Water Use Efficiencies of Three Crops. Transactions of the ASAE. 21 (4). pp 723-728.
- 3.- Benz, L.C., G.A. Reichman, E.J. Doering. 1983. Drainage - Requirements for Alfalfa Grown on Sandy Soil. - Transactions of the ASAE. 26(1) pp 161-164.
- 4.- Bonnet, Juan A. 1960. Edafología de los suelos salinos y sódicos. Ed. Estación Experimental Agrícola. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico.
- 5.- Cerda, A.M. Caro, and F.G. Fernández. 1982. Salt tolerance of Two Pea Cultivars. Agronomy Journal. 74 - (5). pp 796-798.
- 6.- De la Peña I. 1980. Salinidad de los suelos Agrícolas, su origen prevención y recuperación. SARH. Boletín Técnico Número 10. México.

- 7.- De León Mateo, E.M. 1979. Evaluación de la falta de ajuste en modelos de regresión obtenidos mediante procedimientos de selección. Colegio de Postgraduados de Chapingo. Chapingo, México.
- 8.- Follet, R.F., E.J. Coering, G.A. Reichman, and L.C. Benz 1974. Effect of Irrigation and Water-Table on-Crop Yields. Agronomy Journal. 66 (2). pp 304-308.
- 9.- Francois, L.E., T. Donovan, and E.V. Maas. 1984. Salinity Effects on Seed Yield, Growth, and Germination of Grain Sorghum. Agronomy Journal. 76 (5). pp 741-744.
- 10.- Howel, T.A., E.A. Hiller, O. Zolezzi, C. Ravelo. 1976. - Grain Sorghum Response to Inundation at three-Growth Stages. Transactions of the ASAE. 19 (5). pp 876-880.
- 11 - Pizarro, F. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid.
- 12.- PMMFYS. 1982. Instructivo para la toma de datos en sorgo Sorghum bicolor (L) Moench. CIA-FAUANL. Marín, N.L. México.

- 13.- Robinson, F.F., K.K. Tanji, J.N. Luthin, W.F. Lehman, -
K.S. Mayberry, R.J. Schangel, W. Padgett. 1980
Irrigation Management of Colorado River Water-
with Increase in Salinity. Transactions of the
ASAE. 23 (4). pp 859-865.
- 14.- Russell, E. John y Russell E. Walter. 1959. Las Condicion
es del suelo y el desarrollo de las Plantas.-
Ed. Aguilar. Madrid.
- 15.- S.A.R.H. 1977. Tolerancia de los Cultivos a las Sales. -
Memoradum Técnico Número 372. México.
- 16.- Shannon, M.C., E.L. Wheeler, R.M. Saunders. 1981. Salt -
Tolerance of Australian Channel Millet. Agrono
my Journal. 73 (5). pp 830-832.
- 17.- Stanley, C.D., T.C. Kaspar, and H.K. Taylor. 1980. Soya-
been Top and Root Response to Temporary Water-
Tables Imposed at three Different Stages of -
Growth. Agronomy Journal. 72 (2). pp 341-346.
- 18.- Tisdale, L. Samuel y Warner L. Nelson. 1982. Fertilidad-
de los suelos y fertilizantes. Ed Hispano-Ame-
ricana, S.A. de C.V. México.

- 19.- USDA. 1982. Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México.
- 20.- Valenzuela Ruiz T. 1981. Salinidad de los suelos, su origen, clasificación y trascendencia a prevención y recuperación. Operación de Distritos de Riego (Nivel Técnico Superior). Tomo II. Centro de Capacitación Benito Juárez. El Carrizo-Sinaloa, México.
- 21.- Zolezzi Oscar, Terry A. Howel, Carlos J. Revelo, Edward-A. Hiller. 1978. Grain Sorghum Response to Inundation Duration at the Early Reproductive-Growth Stage. Transaction of the ASAE. 21 (4). pp 687-690.

A P E N D I C E I

CUADRO 6.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

RENDIMIENTO Kg/ha	PROFUNDIDAD Cms.	Ph	CEXIO ³ @ 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼	Total
5523.0	0-20	7.80	1.40	6.00	5.00	9.80	0.17	20.97	-	4.90	7.80	16.23	28.73	5.27	6.11	Normal
	20-50	7.70	1.40	5.50	7.50	10.00	0.18	23.18	-	4.90	10.30	24.90	40.10	8.15	9.72	Salino- Sódico
3818.9	0-20	7.70	1.70	7.50	5.50	12.10	0.21	25.31	-	5.40	19.80	37.58	62.78	10.15	12.06	Salino- Sódico
	20-50	7.60	1.90	9.00	7.00	14.60	0.17	30.77	-	5.40	11.30	30.30	47.00	6.37	7.52	Salino- Sódico
3597.0	0-20	7.50	4.90	14.00	14.50	43.00	0.19	71.69	-	5.40	24.80	24.19	54.39	8.69	10.36	Salino- Sódico
	20-50	7.50	3.40	11.00	10.00	27.90	0.28	49.18	-	4.90	34.80	45.81	85.51	13.30	15.51	Salino- Sódico
3524.5	0-20	7.80	2.50	10.00	10.50	17.30	0.20	38.00	-	4.40	16.80	17.82	39.02	10.94	12.95	Salino- Sódico
	20-50	7.50	4.20	14.50	13.50	33.80	0.23	62.03	-	3.40	27.30	24.82	55.58	10.90	12.90	Salino- Sódico
3409.9	0-20	7.60	2.40	7.00	4.50	9.60	0.15	21.25	-	4.90	21.80	20.41	47.11	13.02	15.21	Salino- Sódico
	20-50	7.80	2.30	13.50	3.50	18.90	0.22	36.12	-	4.90	25.80	32.05	62.75	16.19	18.45	Salino- Sódico

CUADRO 7.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

RENDIMIENTO kg/he	PROFUNDIDAD Cms.	Ph	CE X 10 ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼	Total
3269.7	0-20	7.50	1.70	7.00	7.50	14.20	0.23	28.93	-	4.90	7.80	16.23	28.93	5.27	6.11	Resmal
	20-50	7.70	2.70	6.00	10.50	23.40	0.20	40.10	-	4.90	10.30	24.90	40.10	8.15	9.72	Salino- Sódico
3265.7	0-20	7.30	4.20	15.00	11.00	36.60	0.18	62.78	-	5.40	19.80	37.58	62.78	10.15	12.06	Salino- Sódico
	20-50	7.50	4.00	13.00	11.50	22.30	0.20	47.00	-	5.40	11.30	30.30	47.00	6.37	7.52	Salino- Sódico
3264.3	0-20	7.40	3.90	13.00	11.00	30.10	0.29	54.39	-	5.40	24.80	24.19	54.39	8.69	10.36	Salino- Sódico
	20-50	7.30	6.40	19.50	12.50	53.20	0.31	85.51	-	4.90	34.80	45.81	85.51	13.30	15.51	Salino- Sódico
2659.7	0-20	8.30	3.10	7.50	4.50	26.80	0.22	39.02	-	4.40	16.80	17.62	39.02	10.94	12.95	Salino- Sódico
	20-50	8.10	4.90	10.50	10.00	34.90	0.18	55.58	-	3.40	27.30	24.82	55.58	10.90	12.90	Salino- Sódico
2253.9	0-20	8.10	3.60	7.00	6.00	33.20	0.91	47.11	-	4.90	21.80	20.41	47.11	13.02	15.21	Salino- Sódico
	20-50	8.30	4.80	7.00	9.00	45.80	0.95	62.75	-	4.90	25.80	32.05	62.75	16.19	18.45	Salino- Sódico

CUADRO 8.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.

RENDIMIENTO Kg/Ha	PROFUNDIDAD Cms.	Ph	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES			RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻				Cl ⁻	meq/litro
1652.5	0-20	7.70	3.10	10.50	8.50	27.70	0.20	46.90	4.40	14.80	27.70	46.90	8.99	10.71	Salino- Sódico
-	20-50	7.50	4.70	13.00	9.50	41.00	0.22	63.72	3.40	20.80	39.52	63.72	12.22	14.36	Salino- Sódico
1521.4	0-20	8.10	5.60	10.00	9.00	51.40	0.50	70.90	3.90	37.80	29.20	70.90	16.67	18.92	Salino- Sódico
-	20-50	8.20	7.40	16.50	11.00	60.40	0.32	88.22	4.40	47.30	36.52	88.22	16.29	18.54	Salino- Sódico
729.4	0-20	7.40	8.00	21.00	18.00	62.80	0.32	102.12	3.40	63.80	34.92	102.12	14.22	16.47	Salino- Sódico
-	20-50	7.50	8.40	20.00	17.00	70.90	0.33	108.23	4.90	57.80	45.53	108.23	16.48	18.73	Salino- Sódico
679.5	0-20	7.70	5.00	12.00	14.50	46.10	0.36	72.96	4.90	31.80	35.26	72.96	12.66	14.83	Salino- Sódico
-	20-50	7.60	7.20	17.00	15.00	64.50	0.24	96.74	4.90	44.30	47.54	96.74	16.13	18.39	Salino- Sódico
641.50	0-20	8.10	5.40	11.50	10.50	44.00	0.44	66.47	3.90	36.80	25.77	66.47	13.27	15.48	Salino- Sódico
-	20-50	7.80	8.20	28.00	8.50	70.50	0.29	107.29	3.40	47.80	56.09	107.29	16.51	18.76	Salino- Sódico

CUADRO 9.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo. AÑO 1985

RENDIMIENTO Kg/Ha	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CE X 10 ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	P S I % AGRONOMICA			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻			SO ₄ ⁼	Total	
530.4	0-20	7.40	4.70	10.50	10.50	40.60	0.25	61.85	-	3.90	30.80	27.15	61.85	12.53	14.69	Salino- Sódico
	20-50	7.30	13.00	33.00	14.00	90.10	0.30	137.40	-	2.40	65.80	69.20	137.40	16.59	20.47	Salino- Sódico
261.5	0-20	8.00	8.40	21.00	7.50	74.20	0.70	102.40	-	3.40	66.80	32.20	102.40	20.01	22.03	Salino- Sódico
	20-50	8.30	10.00	26.50	16.00	93.20	0.62	137.02	-	3.40	73.30	60.32	137.02	20.37	22.35	Salino- Sódico
188.5	0-20	7.60	8.00	29.00	18.00	69.60	0.30	111.90	-	2.90	63.80	45.20	111.90	15.19	17.45	Salino- Sódico
	20-50	7.40	9.60	26.00	20.50	86.00	0.39	132.85	-	3.40	66.80	62.69	132.89	17.84	20.03	Salino- Sódico
0.0	0-20	7.70	6.20	21.00	15.50	45.30	6.30	88.10	-	6.40	38.80	42.90	88.10	10.61	12.58	Salino- Sódico
	20-50	7.70	8.00	32.00	31.00	59.60	0.38	130.98	-	6.40	48.80	75.78	130.98	10.62	12.59	Salino- Sódico

CUADRO 10.- Resultados de los análisis de salinidad de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ¹ 0.25 °C	CATIONES			ANIONES			meq/lit		RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻				SO ₄ ⁼	Total
0-45	7.80	24.50	49.00	30.00	170.30	0.48	249.78	-	1.90	200.80	47.80	249.78	27.09	27.90	Salino- Sódico	
A-1	45-92	7.60	21.00	39.00	41.00	148.40	0.39	228.79	-	1.40	149.80	77.59	228.79	23.46	25.01	Salino- Sódico
	92-300	7.60	19.50	31.50	34.00	140.00	0.46	205.96	-	1.40	139.80	64.76	205.96	24.45	25.82	Salino- Sódico
	61-82	7.60	27.00	50.00	38.50	187.70	0.50	276.70	-	1.40	219.80	55.50	276.70	28.21	28.75	Salino- Sódico
	82-122	7.20	23.50	40.50	36.00	160.91	0.71	238.11	-	1.40	178.80	57.91	238.11	26.01	27.06	Salino- Sódico
A-2	122-161	7.50	19.00	38.00	29.50	137.10	0.48	205.08	-	1.40	132.80	70.88	205.08	23.59	25.11	Salino- Sódico
	161-245	7.50	14.50	28.00	22.00	109.50	0.31	159.81	-	1.40	86.80	71.61	159.81	21.90	23.59	Salino- Sódico
	245-300	7.60	17.00	35.00	22.00	125.20	1.32	182.51	-	1.40	101.80	79.32	182.52	23.24	24.82	Salino- Sódico

CUADRO 11.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

POZO	PROFUNDIDAD Cm.	PH	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				meq/litro		RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Total			
A-3	0-38	7.80	14.40	28.50	19.00	106.80	0.49	154.79	-	2.40	91.80	60.59	154.79	21.91	23.70	Salino- Sódico
	38-103	7.70	19.50	37.50	27.50	138.60	0.32	203.92	-	1.40	144.80	57.72	203.92	24.31	25.70	Salino- Sódico
	103-118	7.60	21.50	41.50	32.50	152.90	0.43	227.33	-	1.40	163.80	62.13	227.33	25.13	26.37	Salino- Sódico
	118-157	7.80	21.50	41.00	43.00	151.70	0.50	227.20	-	1.40	159.80	66.00	227.20	24.70	26.08	Salino- Sódico
	157-217	7.80	22.00	42.00	24.00	155.30	0.50	221.80	-	1.40	149.80	70.60	221.80	27.03	27.86	Salino- Sódico
A-4	217-300	7.70	19.00	41.00	21.00	139.90	0.37	202.27	-	1.40	134.80	66.07	202.27	25.12	26.36	Salino- Sódico
	0-58	7.60	18.50	43.00	22.50	125.40	0.53	191.43	-	1.90	137.80	51.73	191.43	21.90	23.69	Salino- Sódico
	58-90	7.70	22.00	42.00	28.00	152.60	0.51	223.11	-	1.40	169.80	51.91	223.11	25.78	26.88	Salino- Sódico
	90-115	7.70	22.00	42.00	27.00	155.60	0.48	225.08	-	1.90	163.80	59.38	225.08	26.49	27.44	Salino- Sódico

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

CUADRO 12.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ₃ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				meq/lit	RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻					SO ₄ ⁼
	0-79	7.80	16.30	33.00	21.00	113.00	0.33	167.33	-	2.40	94.80	70.13	167.33	21.75	23.56	Salino- Sódico
A-5	79-105	7.90	18.00	37.50	16.50	127.50	0.38	181.88	-	1.90	106.80	73.18	181.88	24.54	25.89	Salino- Sódico
	105-300	7.80	8.80	26.50	13.00	86.80	0.27	126.57	-	1.40	50.80	74.37	126.57	19.53	21.60	Salino- Sódico
	0-30	7.30	4.10	10.50	5.00	40.30	0.39	56.19	-	1.90	29.30	24.99	56.19	14.47	16.72	Salino- Sódico
	30-56	7.45	9.80	31.00	18.00	97.40	0.57	146.91	-	1.90	65.80	79.21	146.91	19.67	21.72	Salino- Sódico
A-6	56-109	7.31	17.00	32.50	23.50	123.90	0.62	180.52	-	1.40	105.80	73.32	180.52	23.41	24.96	Salino- Sódico
	109-300	7.40	14.60	30.50	18.50	118.40	0.36	167.76	-	1.90	79.80	66.06	167.76	23.91	25.38	Salino- Sódico
	0-28	7.90	2.20	7.00	2.50	19.70	0.25	29.45	-	3.40	7.30	18.75	29.45	9.03	10.76	Salino- Sódico
A-7	28-84	7.10	14.40	31.00	18.00	115.10	0.21	164.31	-	2.40	79.80	82.11	164.31	23.25	24.83	Salino- Sódico
	84-284															
	284-333	7.25	19.50	41.00	20.50	152.40	0.39	214.29	-	1.90	138.80	73.59	214.29	27.47	28.19	Salino- Sódico

CUADRO 13.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	Ph	CE X 10 ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼⁼	Total
	0-26	7.65	3.90	9.00	3.50	38.80	0.22	51.52	-	2.40	20.30	28.82	51.52	15.52	17.79	Salino- Sódico
A-8	26-109	7.30	18.50	39.00	18.50	147.00	0.47	204.97	-	1.40	119.80	83.77	204.97	27.41	28.15	Salino- Sódico
	109-167	7.60	18.00	37.50	19.00	141.00	0.43	197.93	-	1.40	109.80	66.73	197.93	20.52	22.49	Salino- Sódico
	167-300	7.50	15.00	28.00	17.50	123.10	0.20	169.10	-	1.40	75.80	91.90	169.10	25.81	26.91	Salino- Sódico
	0-70	8.00	4.60	12.00	6.00	47.20	0.14	65.74	-	2.40	16.30	46.64	65.34	15.73	17.99	Salino- Sódico
B-1	70-110	7.30	4.90	10.50	7.00	53.70	0.12	71.32	-	1.90	17.80	51.62	71.32	18.16	20.34	Salino- Sódico
	110-206	7.25	6.80	21.50	15.00	68.60	0.13	105.23	-	1.40	19.80	64.03	105.23	16.07	18.33	Salino- Sódico
	206-300	7.60	8.40	20.50	18.00	90.10	0.28	128.88	-	1.40	33.60	93.68	128.88	20.53	22.49	Salino- Sódico

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

CUADRO 14.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS.	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼	Total
	0-72	7.30	8.00	22.50	22.00	82.60	0.28	127.18	-	2.40	36.80	88.18	127.18	17.51	19.69	Salino- Sódico
	72-92															
B-2	92-138															
	138-173	7.30	8.20	22.00	20.00	80.70	0.19	122.89	-	1.40	37.80	83.69	122.89	17.61	19.82	Salino- Sódico
	173-300	7.45	9.20	24.00	23.00	86.60	0.21	135.81	-	1.40	56.30	78.11	135.81	18.28	20.45	Salino- Sódico
	0-51	7.85	6.20	12.50	12.50	58.30	0.22	83.52	-	4.40	37.30	41.82	83.52	16.49	18.74	Salino- Sódico
	51-75	7.60	8.80	25.00	18.00	87.20	0.21	130.41	-	2.90	49.80	77.71	130.41	18.81	20.94	Salino- Sódico
	75-94	7.40	9.00	33.00	12.00	92.60	0.19	137.79	-	2.40	54.80	80.59	137.79	19.52	21.59	Salino- Sódico
B-3	94-127	7.55	8.00	21.00	11.00	82.20	0.28	114.48	-	1.40	51.80	61.28	114.48	20.55	22.51	Salino- Sódico
	127-168	7.35	8.20	28.50	11.50	80.60	0.28	120.88	-	1.40	43.80	75.68	120.88	18.02	20.20	Salino- Sódico
	168-300	7.55	9.20	29.00	14.00	95.20	0.31	138.51	-	1.40	55.30	81.81	138.51	20.53	22.49	Salino- Sódico

CUADRO 16.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1965

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES			ANIONES			RAS Total	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA				
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁻				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	
B-6	0-67	7.90	6.20	18.00	14.00	57.40	0.18	89.56	-	2.90	24.30	62.38	89.58	14.35	16.60	Salino- Sódico
	67-122	7.60	6.00	15.50	6.50	61.30	0.17	83.47	-	1.40	32.80	49.27	83.47	18.48	20.63	Salino- Sódico
	122-185	7.40	7.40	21.50	16.50	73.60	0.26	111.66	-	1.90	27.60	82.16	111.66	16.88	19.12	Salino- Sódico
	185-300	7.50	8.20	24.50	12.50	88.20	0.29	125.49	-	1.40	35.30	68.79	125.49	20.23	22.23	Salino- Sódico
B-7	0-51	7.80	8.00	26.50	13.00	79.00	0.26	118.76	-	3.40	37.30	78.06	118.76	17.76	19.98	Salino- Sódico
	51-108	7.60	8.00	23.50	15.00	83.70	0.25	122.45	-	1.90	36.80	83.75	122.45	19.08	21.19	Salino- Sódico
	108-195	7.50	7.40	21.00	17.00	73.90	0.27	112.17	-	1.40	24.60	85.97	112.17	16.95	19.19	Salino- Sódico
	195-204	7.60	7.40	22.00	16.00	77.30	0.27	115.57	-	1.40	24.30	89.67	115.57	17.73	19.93	Salino- Sódico
	204-261	7.50	7.40	23.00	15.00	79.00	0.27	117.27	-	1.40	25.60	90.07	117.27	16.12	20.30	Salino- Sódico
	261-300	7.20	8.80	27.50	13.00	95.40	0.29	136.19	-	1.90	42.80	91.49	136.19	21.20	23.08	Salino- Sódico

CUADRO 17.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼⁼	Total
B-8	0-37	6.40	4.60	12.50	9.50	43.20	0.37	65.57	-	2.90	12.60	49.87	55.57	13.02	15.21	Salino- Sódico
	37-122	8.00	8.20	17.50	13.50	84.00	0.37	115.37	-	1.90	37.80	75.67	115.37	21.54	23.21	Salino- Sódico
	122-154	6.00	8.60	23.50	16.50	68.50	0.44	128.94	-	1.90	33.80	93.24	128.94	19.79	21.83	Salino- Sódico
	154-192	6.10	9.20	23.50	17.00	99.50	0.54	140.54	-	2.40	36.80	101.34	140.54	22.11	23.87	Salino- Sódico
	192-210	6.00	9.20	24.00	17.50	98.30	0.52	140.32	-	2.40	35.80	102.12	140.32	21.58	23.41	Salino- Sódico
C-1	210-300	7.90	10.00	25.50	16.50	110.40	0.36	152.76	-	1.90	42.30	108.56	152.76	24.09	25.52	Salino- Sódico
	Sup	8.30	5.20	9.00	5.50	52.20	0.54	68.24	-	3.90	28.30	36.04	68.24	18.75	20.88	Salino- Sódico
	0-20	8.20	10.00	33.00	17.50	90.00	0.56	141.06	-	2.90	71.80	66.36	141.06	17.91	20.10	Salino- Sódico
	20-87	7.90	15.50	33.00	22.00	110.20	0.41	165.61	-	1.90	88.80	74.91	165.61	21.02	22.93	Salino- Sódico
	87-118	7.90	13.80	29.00	17.00	101.60	0.43	148.03	-	1.40	84.80	61.83	148.03	21.18	23.07	Salino- Sódico
C-1	118-140	8.00	14.00	35.50	14.50	99.10	0.41	149.51	-	1.90	73.80	73.81	149.51	19.82	21.86	Salino- Sódico
	140-220															
	220-270	7.80	14.20	33.00	17.00	105.40	0.45	155.85	-	1.40	71.80	82.65	155.85	21.08	22.98	Salino- Sódico
270-330	7.70	18.00	37.50	19.50	135.70	0.41	191.51	-	1.40	110.80	79.31	191.51	25.65	26.78	Salino- Sódico	

CUADRO 18.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	Ph	CEXIO ^s a 25 °C	CATIONES			ANIONES			RAS		P S I %	CLASIFICACION AGRONOMICA			
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	meq/lite			meq/lite	Total	
C-2	Sup	8.40	2.30	7.00	8.00	18.90	0.37	34.27	-	3.40	10.80	20.07	34.27	6.90	8.19	Salino- Sódico
	0-65	7.90	9.00	27.00	17.50	84.20	0.37	129.07	-	2.40	52.80	73.87	129.07	17.85	20.04	Salino- Sódico
	65-90	8.00	9.60	26.50	21.00	93.30	0.32	141.12	-	1.90	58.80	80.42	141.12	19.15	21.25	Salino- Sódico
	90-174	8.00	8.00	18.00	10.00	82.20	0.44	110.64	-	1.40	51.80	57.44	110.64	21.97	23.75	Salino- Sódico
	174-235															
	235-320	6.30	14.60	34.50	11.50	114.60	0.47	161.07	-	1.40	68.80	90.87	161.07	23.87	25.36	Salino- Sódico
C-3	Sup	8.40	7.60	20.50	9.60	76.50	0.60	106.60	-	3.90	52.30	50.40	106.60	19.92	21.95	Salino- Sódico
	0-53	8.10	13.40	29.00	17.50	100.60	0.47	147.57	-	2.40	70.80	74.37	147.57	20.65	22.78	Salino- Sódico
	53-73	8.40	17.50	37.00	19.00	132.50	0.54	189.04	-	2.40	101.80	84.84	189.04	25.04	26.29	Salino- Sódico
	73-155	7.90	10.00	26.00	12.00	106.20	0.36	144.56	-	1.40	76.30	66.86	144.56	24.36	25.74	Salino- Sódico
	155-237	7.90	16.00	32.00	20.50	123.80	0.38	176.68	-	1.40	81.80	93.48	176.68	24.17	25.59	Salino- Sódico
	237-	7.90	18.50	32.00	24.50	149.30	0.54	205.14	-	1.40	109.80	94.94	206.14	28.08	28.65	Salino- Sódico

CUADRO 19.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo. AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	Ph	CE X 10 ³ a 25 °C	CATIONES			ANIONES			meq/lit		RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA	
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻				SO ₄ ⁼
C-4	Sup	8.60	2.60	3.00	25.00	0.27	34.27	-	3.40	11.80	19.07	34.27	11.97	13.89	Ligeramen- te Sódico
	0-16	8.10	5.80	15.50	13.00	52.20	0.30	81.00	-	2.40	27.80	50.80	81.00	13.83	Salino- Sódico
	16-100	6.00	8.40	22.50	15.50	77.40	0.26	115.66	-	1.90	46.30	67.46	115.66	17.76	Salino- Sódico
	100-167	6.00	8.40	27.50	17.50	76.70	0.38	124.07	-	1.40	37.80	64.87	124.07	16.59	Salino- Sódico
	167-230	8.00	9.20	29.00	17.00	91.60	0.38	137.98	-	1.40	50.80	85.78	137.98	19.10	Salino- Sódico
C-5	230-290	7.90	13.40	34.50	16.00	99.70	0.35	150.55	-	1.40	69.80	79.35	150.55	19.84	Salino- Sódico
	Sup	8.50	1.20	2.50	2.50	10.20	0.22	15.42	-	4.90	2.80	7.72	15.42	6.45	Ligeramen- te Sódico
	0-27	6.30	3.10	5.50	3.50	30.10	0.24	39.34	-	5.40	11.80	22.14	39.34	14.19	Salino- Sódico
	27-70	8.30	7.20	22.50	14.50	71.10	0.22	106.32	-	2.90	26.30	79.12	106.32	16.53	Salino- Sódico
	70-100	6.30	7.00	14.50	11.00	71.20	0.27	96.97	-	1.90	34.80	60.27	96.97	19.94	Salino- Sódico
C-5	100-190	8.00	6.40	24.50	17.00	87.70	0.28	129.48	-	1.90	32.80	94.78	129.48	19.25	Salino- Sódico
	190-260	7.80	9.00	25.00	13.00	98.70	0.29	136.99	-	1.40	35.30	100.29	136.99	22.64	Salino- Sódico
	260-330	7.80	9.80	26.00	14.00	108.60	0.35	148.95	-	1.90	46.80	100.25	148.95	24.28	Salino- Sódico

CUADRO 20.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CE X 10 ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼	Total
C-6	Sup	8.30	1.10	3.50	1.50	10.00	0.16	15.16	-	6.90	1.60	6.46	15.16	6.33	7.47	Ligeramen- te Sódico
	0-48	8.20	5.60	16.50	6.00	52.40	0.24	75.14	-	4.40	17.30	53.44	75.14	15.62	17.88	Salino- Sódico
	48-85	8.20	7.40	17.50	12.00	79.00	0.21	106.71	-	2.40	34.60	71.51	106.71	20.57	22.53	Salino- Sódico
	85-140															
C-7	140-180	7.80	9.00	24.50	15.50	97.10	0.37	137.47	-	1.40	36.60	99.27	137.47	21.71	23.53	Salino- Sódico
	180-255	7.80	9.60	27.00	12.50	106.20	0.36	146.06	-	1.90	37.80	106.36	146.06	23.90	25.37	Salino- Sódico
	255-330	7.60	9.60	25.50	14.00	108.60	0.35	148.45	-	1.90	39.80	106.75	148.45	24.44	25.81	Salino- Sódico
	Sup	8.50	2.10	3.50	2.00	21.90	0.22	27.62	-	2.90	7.30	17.42	27.62	13.21	15.42	Moderadamen- te Sódico
C-7	0-76	8.40	7.20	23.00	12.00	20.40	0.66	56.06	-	6.90	25.60	23.36	56.06	4.88	5.61	Ligeramen- te Salino
	76-110	7.60	8.60	26.50	12.50	80.00	0.45	120.25	-	1.90	41.30	77.05	120.25	16.30	20.47	Salino- Sódico
	110-160	7.90	9.80	27.00	12.50	107.50	0.38	147.38	-	1.90	41.60	87.92	147.38	24.19	25.61	Salino- Sódico
	160-310	7.80	14.80	27.50	16.50	115.30	0.32	159.62	-	1.90	69.60	103.66	159.62	24.56	25.92	Salino- Sódico

CUADRO 21.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del suelo AÑO 1985

POZO	PROFUNDIDAD Cms.	PH	CEXIO ³ a 25 °C	CATIONES				ANIONES				RAS	PSI %	CLASIFICACION AGRONOMICA		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻				SO ₄ ⁼	Total
	0-80	7.90	7.40	26.00	14.50	69.70	0.47	110.67	-	3.40	31.30	75.97	110.67	15.49	17.76	Salino- Sódico
	80-125	7.80	8.60	27.50	15.50	80.50	0.66	124.26	-	1.90	43.30	79.06	124.26	17.39	19.61	Salino- Sódico
C-8	125-191	7.80	9.00	29.50	10.50	87.00	0.64	127.84	-	1.90	40.80	85.14	127.84	19.45	21.52	Salino- Sódico
	191-300	7.80	9.60	28.00	13.00	96.80	0.67	138.47	-	1.90	46.30	86.27	138.47	21.38	23.24	Salino- Sódico

CUADRO 22.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps TIPO DE ANALISIS Fert y Fís AÑO 1985

RENDIMIENTO Kg / Ha	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H M/DIA
5523.0	1.34	0.077	13.10	22.00	22.00	56.00	Arcilloso	-
3818.0	1.40	0.080	14.16	28.00	18.00	54.00	Arcilloso	-
3597.0	1.56	0.090	10.97	26.00	26.00	48.00	Arcilloso	-
3524.5	1.60	0.092	9.78	24.00	24.00	52.00	Arcilloso	-
3409.9	1.82	0.105	14.40	30.00	26.00	44.00	Arcilloso	-
3269.7	1.60	0.092	12.20	30.00	24.00	46.00	Arcilloso	-
3265.7	1.60	0.092	12.08	22.00	28.00	50.00	Arcilloso	-
3264.3	1.67	0.092	15.10	28.00	22.00	50.00	Arcilloso	-
2659.7	1.41	0.081	12.20	24.00	20.00	56.00	Arcilloso	-
2253.9	1.60	0.092	10.97	22.00	28.00	50.00	Arcilloso	-

CUADRO 23.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps TIPO DE ANALISIS Fert y Fís AÑO 1985

RENDIMIENTO Kg / Ha	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H. M/DIA
1652.5	1.67	0.096	15.00	32.00	26.00	42.00	Arcilloso	-
1521.4	1.60	0.092	10.97	22.00	28.00	50.00	Arcilloso	-
729.4	1.60	0.092	17.12	22.00	26.00	52.00	Arcilloso	-
679.5	1.60	0.092	14.16	28.00	20.00	52.00	Arcilloso	-
641.5	1.34	0.077	12.08	28.00	20.00	52.00	Arcilloso	-
530.4	1.78	0.103	15.39	22.00	22.00	56.00	Arcilloso	-
261.5	1.67	0.096	9.78	26.00	32.00	42.00	Arcilloso	-
188.5	1.30	0.075	13.90	24.00	22.00	54.00	Arcilloso	-
0.0	1.78	0.103	10.97	26.00	22.00	52.00	Arcilloso	-

CUADRO 24.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps TIPO DE ANALISIS Fert y Fís AÑO 1985

POZO	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H. M/DIA
A-1	1.26	0.073	9.87	16.00	28.00	56.00	Arcilloso	0.03292
A-2	0.70	0.040	7.66	18.00	24.00	58.00	Arcilloso	0.06186
A-3	0.12	0.006	7.11	24.00	24.00	52.00	Arcilloso	0.03327
A-4	1.01	0.058	8.77	18.00	30.00	52.00	Arcilloso	0.02947
A-5	0.76	0.044	6.01	30.00	26.00	44.00	Arcilloso	0.10326
A-6	1.20	0.069	8.77	22.00	32.00	46.00	Arcilloso	0.07958
A-7	1.33	0.077	11.53	24.00	30.00	46.00	Arcilloso	0.03949
A-8	1.52	0.164	7.66	26.00	26.00	48.00	Arcilloso	0.01953

CUADRO 25.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación.

LOCALIDAD Valle Hermoso, Tamps TIPO DE ANALISIS Fert y Fís AÑO 1985

POZO	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H. M/DIA
B-1	0.67	0.025	6.56	20.00	30.00	50.00	Arcilloso	0.07595
B-2	0.67	0.025	5.45	20.00	26.00	54.00	Arcilloso	0.12088
B-3	1.34	0.077	7.11	18.00	26.00	56.00	Arcilloso	0.09072
B-4	0.87	0.050	5.45	18.00	28.00	54.00	Arcilloso	0.01552
B-5	1.34	0.077	4.35	22.00	22.00	56.00	Arcilloso	0.05892
B-6	0.94	0.054	4.35	24.00	24.00	52.00	Arcilloso	0.04606
B-7	1.07	0.062	7.11	22.00	28.00	50.00	Arcilloso	0.04469
B-8	1.34	0.077	7.66	16.00	10.00	74.00	Arcilloso	0.07675

CUADRO 26.- Resultados de los análisis de Fertilidad y Físicos, realizados con las muestras de suelo colectadas en los pozos de observación

LOCALIDAD Valle Hermoso. Tamps TIPO DE ANALISIS Fert y Fís AÑO 1985

POZO	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO TOTAL %	FOSFORO DISPONIBLE %	ARENA %	LINO %	ARCILLA %	TEXTURA	C. H. M/DIA
C-1	2.21	0.128	15.39	22.00	26.00	52.00	Arcilloso	0.08485
C-2	1.74	0.106	10.42	16.00	28.00	56.00	Arcilloso	0.06682
C-3	1.88	0.008	15.39	22.00	26.00	52.00	Arcilloso	0.10534
C-4	1.34	0.077	9.32	30.00	24.00	46.00	Arcilloso	0.15690
C-5	1.67	0.096	8.21	26.00	24.00	50.00	Arcilloso	0.01776
C-6	2.01	0.115	6.01	30.00	22.00	48.00	Arcilloso	0.03528
C-7	1.34	0.077	11.53	30.00	22.00	48.00	Arcilloso	0.03121
C-8	0.94	0.054	8.21	30.00	24.00	46.00	Arcilloso	0.04538

A P E N D I C E I I

CUADRO 28.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua freática.

LOCALIDAD: Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del Agua Freática AÑO: 1965

POZO	FECHA	R E S U L T A D O S										C.S.R. Mg/Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CACION	PROF. DEL M.Z.					
		C.E. 10° a 25°C	PM	C A T I O N E S. Mg./Lt.		A M O N I O N E S. Mg./Lt		S. E. Mg./Lt.	R. P. Mg./Lt.	RAS	S. E. Mg./Lt.									
		Ca ⁺⁺ Mg.	Na ⁺ K ⁺	Total. CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl ⁻	Total.												
	15-MAY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125.5				
A-4	15-JUN	33,000	7.8	60.5	55.0	248.9	0.5	364.9	1.0	4.5	43.4	316.0	364.9	304.4	337.7	32.8	0.0	81.8	C ₄ S ₄	132.8
	18-JUL	37,000	7.3	61.5	66.5	256.8	0.5	385.3	1.0	3.5	65.8	315.0	385.3	323.8	347.9	32.1	0.0	79.3	C ₄ S ₄	100.8
	15-MAY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112.2
A-5	15-JUN	19,500	0.0	33.0	18.0	166.0	0.4	217.4	1.0	4.0	49.4	153.0	217.4	184.4	187.7	32.9	0.0	90.0	C ₄ S ₄	123.2
	18-JUL	30,000	7.6	47.5	47.5	218.0	0.3	313.3	1.0	3.5	80.2	228.0	313.3	265.8	264.4	31.6	0.0	82.0	C ₄ S ₄	94.2
	15-MAY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129.4
A-6	15-JUN	26,000	7.4	34.0	62.0	223.0	0.4	319.7	1.0	5.0	71.7	242.0	319.7	285.7	277.9	32.2	0.0	78.2	C ₄ S ₄	141.3
	18-JUL	35,000	7.4	52.0	52.0	256.3	0.3	360.6	1.0	3.0	73.6	283.0	360.6	308.6	319.8	35.5	0.0	83.1	C ₄ S ₄	103.2

CUADRO 29.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua freática.

LOCALIDAD: Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del agua freática AÑO: 1985

POZO	FECHA	C.E.S.I.O. ¹ a 29°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. Z. mg./lt.	S. P. mg./lt.	RAS	C.S.R. mg./lt.	R.S.P. %	CLASIFI- CA CIÓN.	PROF. DEL M.P.					
				C A T I O N E S.		A N I O N E S.		Total													
				Ca. ⁺⁺ Mg. ⁺⁺	K. ⁺ Na. ⁺	Total. CO ₃	HCO ₃ ⁻ SO ₄ ⁻		Cl. ⁻								mg./lt.				
	15-MAY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127.6					
A-7	15-JUN	6,900	8.4	27.0	18.0	91.9	0.3	137.7	0.0	3.5	55.7	78.0	137.2	110.2	105.9	19.4	0.0	63.4	C ₄ S ₄	149.7	
	16-JUL	23,000	7.8	49.0	53.0	173.0	0.2	275.2	1.0	3.0	102.2	171.0	277.2	226.2	222.1	24.2	0.0	76.5	C ₄ S ₄	105.6	
	15-MAY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130.5
A-8	15-JUN	6,200	7.9	10.5	10.0	63.0	0.3	83.8	0.0	4.0	41.8	38.0	83.8	73.3	58.9	19.8	0.0	86.0	C ₄ S ₄	154.7	
	16-JUL	14,200	7.3	31.5	30.5	107.2	0.2	169.4	1.0	3.0	89.4	76.0	159.4	137.9	120.7	19.3	0.0	77.7	C ₄ S ₄	104.1	
	15-MAY	3,600	8.3	12.5	7.5	32.7	0.7	53.4	0.0	5.5	30.4	17.5	53.4	40.9	32.7	10.3	0.0	80.0	C ₄ S ₄	40.1	
B-1	15-JUN	5,100	8.4	14.5	15.5	52.5	0.4	82.9	2.0	4.5	54.4	22.0	82.9	68.4	49.2	13.6	0.0	76.8	C ₄ S ₄	115.7	
	16-JUL	7,000	7.5	21.5	14.0	64.4	0.3	100.2	1.0	3.0	68.7	27.5	100.2	78.7	61.8	15.3	0.0	81.9	C ₄ S ₄	84.3	

CUADRO 30.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua Freática.

LOCALIDAD: Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del Agua Freática AÑO: 1985.

POZO	FECHA	C.E. 10° a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. E. Meq/Lt.	S. P. Meq/Lt.	RAS	C.S.R. Meq/Lt.	P.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F.					
				C A T I O N E S.		A N I O N E S.		Meq/Lt													
				Ca. ⁺⁺	Mg. ⁺⁺	Me. ⁺	K. ⁺		Total.								CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl.	Total.
	15-MAY	3,500	8.3	7.5	6.5	34.6	0.5	49.1	1.0	4.0	28.1	19.0	52.1	41.6	33.0	13.1	0.0	83.1	C ₄ S ₄	47.8	
	8-2	15-JUN	3,400	8.4	12.5	9.5	24.7	0.3	47.0	1.0	3.5	27.0	8.5	40.0	27.5	22.0	7.5	0.0	89.8	C ₄ S ₂	123.1
	18-JUL	4,300	7.9	26.0	8.5	28.2	0.2	62.9	1.0	3.5	46.4	12.0	62.9	37.0	35.2	6.8	0.0	76.4	C ₄ S ₃	91.3	
	15-MAY	3,700	7.8	12.0	7.5	34.5	0.6	54.6	0.0	5.0	29.6	20.0	54.6	42.6	34.8	11.1	0.0	81.0	C ₄ S ₃	88.7	
	8-3	15-JUN	4,200	7.7	12.0	14.0	38.0	0.3	64.3	2.0	4.0	39.8	18.5	64.3	52.3	38.4	10.5	0.0	72.7	C ₄ S ₃	130.2
	16-JUL	6,200	7.5	25.0	13.0	48.8	0.1	66.9	2.0	3.5	54.1	27.0	86.6	61.6	54.1	11.2	0.0	79.2	C ₄ S ₄	96.9	
	15-MAY	4,000	7.7	17.0	9.5	36.1	0.6	63.2	0.0	4.5	43.2	15.5	63.2	46.2	37.1	13.5	0.0	78.2	C ₄ S ₄	74.2	
	8-4	15-JUN	4,100	7.4	12.5	14.0	36.5	0.3	63.3	1.0	6.5	41.3	14.5	63.3	50.8	35.1	10.0	0.0	71.9	C ₄ S ₃	135.0
	18-JUL	7,400	7.5	22.5	14.0	63.0	0.2	99.7	3.0	5.0	58.7	33.0	99.7	77.2	62.3	14.8	0.0	81.7	C ₄ S ₄	93.0	

CUADRO 32.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua Freática.

LOCALIDAD: Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del agua Freática AÑO: 1985

POZO	FECHA	C.E. x 10 ⁶ a 25°C.	PH	R E S U L T A D O S						S. Z. Meq/Lt.	E. P. Meq/Lt.	NAS	C.S.R. Meq/Lt.	R.S.P. %	CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F.				
				C A T I O N E S.		A N I O N E S.		Meq/Lt												
				Ca. ⁺⁺ Mg. ⁺⁺	K. ⁺ Na. ⁺	CO ₃ ⁼ HCO ₃ ⁼	SO ₄ ⁼ Cl. ⁻		Total											
	15-MAY	4,900	7.8	13.5	9.5	51.8	0.7	75.5	1.0	4.0	40.5	30.0	75.5	62.0	50.2	18.8	0.0	83.6	C ₄ S ₄	98.9
	B-8 15-JUN	6,350	8.3	14.5	15.0	68.0	0.2	97.7	1.0	4.5	59.2	33.0	97.7	83.2	62.6	17.7	0.0	61.7	C ₄ S ₄	165.5
	18-JUL	8,600	8.1	24.0	18.5	83.1	0.3	125.9	2.0	3.0	97.6	44.5	147.1	153.1	93.3	18.0	0.0	54.3	C ₄ S ₄	109.8
	15-MAY	5,450	8.2	17.0	11.0	50.8	0.7	79.5	1.0	3.5	43.0	32.0	79.5	62.5	53.5	13.6	0.0	81.3	C ₄ S ₄	40.1
	C-1 15-JUN	13,100	8.1	21.0	19.0	106.5	0.4	146.9	1.0	4.5	50.4	91.0	146.9	125.9	116.2	23.8	0.0	84.5	C ₄ S ₄	138.3
	18-JUL	8,000	8.0	24.5	18.0	75.2	0.3	118.0	2.0	3.5	74.5	38.0	118.0	93.5	75.2	16.3	0.0	80.5	C ₄ S ₄	91.2
	15-MAY	3,100	8.5	8.5	6.5	30.5	0.7	46.2	1.0	3.0	29.7	15.5	49.2	37.7	30.3	11.1	0.0	81.0	C ₄ S ₃	38.6
	C-2 15-JUN	5,800	8.1	15.0	15.0	57.0	0.4	87.4	0.0	4.5	57.3	26.0	87.8	72.8	54.7	14.6	0.0	78.9	C ₄ S ₄	134.4
	18-JUL	17,500	8.0	38.0	27.0	121.6	0.4	187.0	3.0	2.0	71.0	111.0	187.0	149.0	146.5	21.3	0.0	81.6	C ₄ S ₄	100.6

CUADRO 33.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua freática.

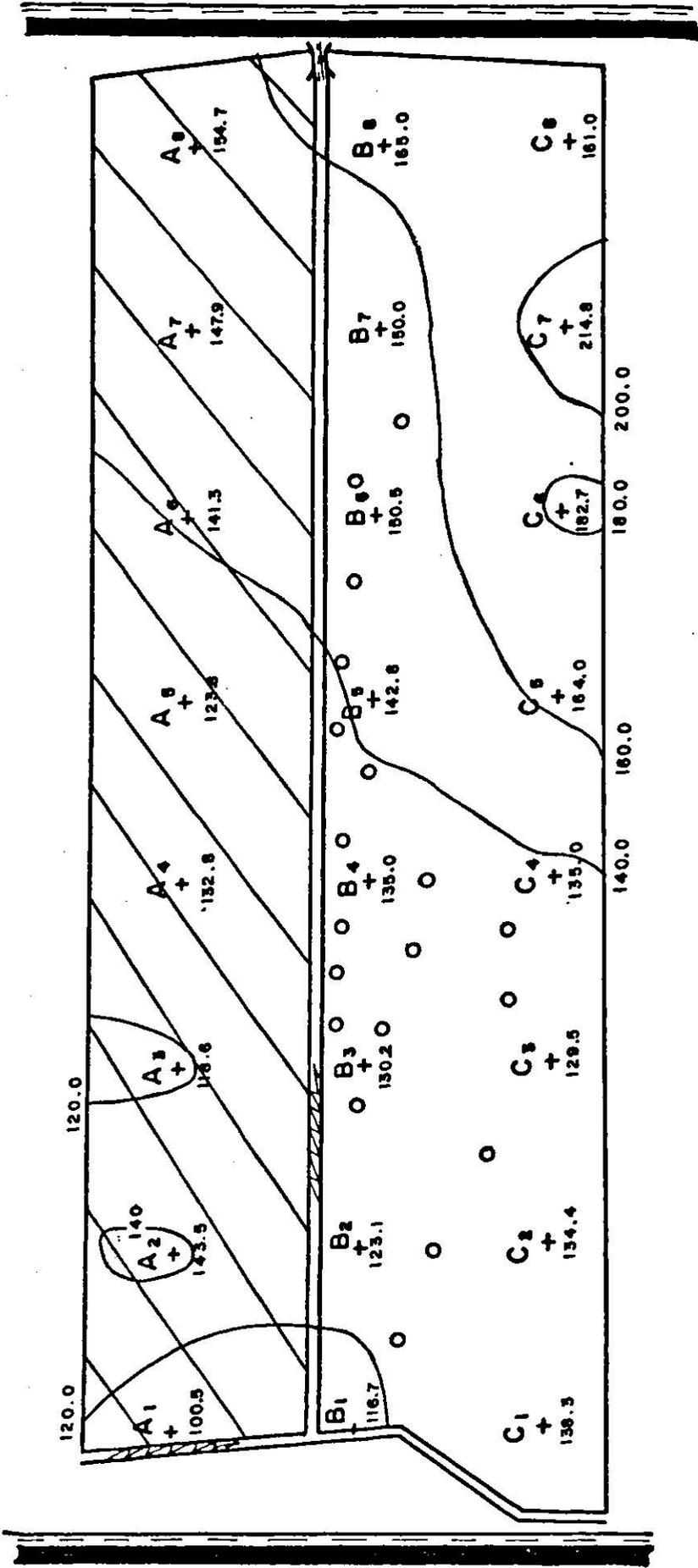
LOCALIDAD: Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del Agua Freática AÑO: 1965

POZO	FECHA	CE.10 ⁶ a 23°C.	PM	R						E						S						CLASIFI- CACION	PROF. DEL M.F.	
				C		A		T		I		O		M		E		S. P. mg/Lt.	C.S.R. mg/Lt.	R.A.S.	S. E. mg/Lt.			S. P. mg/Lt.
				Ca ⁺⁺ Mg.	Na ⁺ K ⁺	Total. CO ₃	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Total. mg/Lt.	mg/Lt.													
15-MAY	6,350	7.7	12.0	10.0	59.9	0.7	82.6	1.0	4.0	32.6	45.0	82.6	70.6	61.3	18.1	0.0	84.5	C ₄ S ₄	53.0					
C-3	15-JUN	14,500	8.2	23.0	19.0	125.9	0.5	164.4	1.0	5.0	56.4	106.0	168.4	134.2	27.5	0.0	86.6	C ₄ S ₄	129.5					
	18-JUL	21,000	7.5	35.0	32.0	147.7	0.4	215.1	2.0	4.0	70.6	139.0	215.6	174.3	25.5	0.0	81.8	C ₄ S ₄	104.6					
15-MAY	4,100	7.7	12.0	6.5	40.0	0.6	59.1	0.0	4.5	31.1	23.5	59.1	47.1	39.1	13.2	0.0	84.9	C ₄ S ₄	44.6					
C-4	15-JUN	4,000	8.0	12.5	8.5	34.2	0.3	55.5	0.0	4.0	37.0	14.5	55.5	33.0	10.6	0.0	99.1	C ₄ S ₃	135.0					
	18-JUL	6,000	7.9	27.0	15.5	47.0	0.3	89.8	1.0	3.0	58.3	27.5	89.8	62.8	10.2	0.0	74.8	C ₄ S ₃	95.4					
15-MAY	5,800	7.8	16.5	11.5	53.9	0.6	84.5	0.0	4.0	52.0	28.5	84.5	66.0	54.5	19.3	0.0	81.7	C ₄ S ₄	97.6					
C-5	15-JUN	7,300	8.0	15.5	17.5	78.7	0.4	116.1	1.0	5.5	67.6	43.0	117.1	101.1	18.3	0.0	77.9	C ₄ S ₄	164.0					
	18-JUL	5,600	7.7	23.5	21.0	93.0	0.2	137.7	3.0	3.5	76.7	54.5	137.7	112.2	19.7	0.0	82.5	C ₄ S ₄	121.2					

CUADRO 34.- Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de agua Freática.

LOCALIDAD: Valle Hermoso, Tamps. ANALISIS Salinidad del agua Freática AÑO: 1985.

POZO	FECHA	R E S U L T A D O S											CLASIFI- CA C I O N.	PROF. DEL M.F.						
		C.E. 10 ¹ a 20°C.	PM	C A T I O N E S.			A N I O N E S.			S. E. Mg/Lt.	S. P. Mg/Lt.	C.S.R. Mg/Lt.			R.A.S.	P.S.P. %				
				Ca.	Mg.	K.	CO ₃	HCO ₃	SO ₄								Cl.	Total		
	15-MAY	5,450	7.7	15.0	8.0	51.6	0.6	75.2	0.0	4.0	55.2	16.0	75.2	60.2	43.6	20.4	0.0	85.7	C ₄ S ₄	98.1
C-6	15-JUN	7,100	7.8	24.0	15.5	74.9	0.2	114.6	1.0	4.5	69.6	39.5	114.6	91.6	74.3	16.9	0.0	81.8	C ₄ S ₄	182.7
	18-JUL	9,000	8.3	25.5	17.5	85.2	0.3	128.5	1.0	4.0	75.0	48.5	128.5	103.0	86.0	16.4	0.0	82.8	C ₄ S ₄	110.7
	15-MAY	3,800	7.9	14.5	6.5	37.5	0.5	59.0	0.0	3.0	41.0	15.0	59.0	44.5	35.5	11.6	0.0	84.3	C ₄ S ₃	80.9
C-7	15-JUN	9,100	8.0	33.0	12.0	106.0	0.2	153.2	3.0	4.0	84.2	62.0	153.2	120.2	104.1	22.8	0.0	89.9	C ₄ S ₄	214.8
	18-JUL	15,000	7.6	26.0	22.5	115.5	0.3	164.3	1.0	4.0	87.3	72.0	164.3	138.3	115.7	23.6	0.0	83.5	C ₄ S ₄	106.2
	15-MAY	3,800	8.4	17.0	7.5	37.7	0.6	62.8	0.0	3.0	44.8	15.0	62.8	45.8	37.4	10.8	0.0	82.4	C ₄ S ₃	103.1
C-8	15-JUN	4,200	7.8	21.0	12.0	42.5	0.2	75.7	1.0	4.0	55.7	15.0	75.7	54.7	42.9	10.5	0.0	77.6	C ₄ S ₃	161.0
	18-JUL	6,400	8.2	22.0	13.0	57.2	0.3	92.5	0.0	4.0	63.0	25.5	92.5	70.5	57.0	13.7	0.0	81.2	C ₄ S ₄	110.3



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : CURVAS ISOBATAS	
EJECUTO GERARDO PAEZ A. DIBUJO DANIEL RODRIGUEZ L. RUBEN VILLANUEVA S.	ASESOR DR. JUAN PCO. PISSANI Z.
No. Lote 9527 y 9528	
ESCALA 1:3900	AREA TOTAL 21.9738 HAS.
FECHA ABRIL-1985	

SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observación
- Punto de Cosecha
- Area fuera de producción

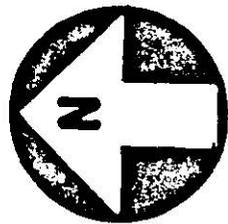
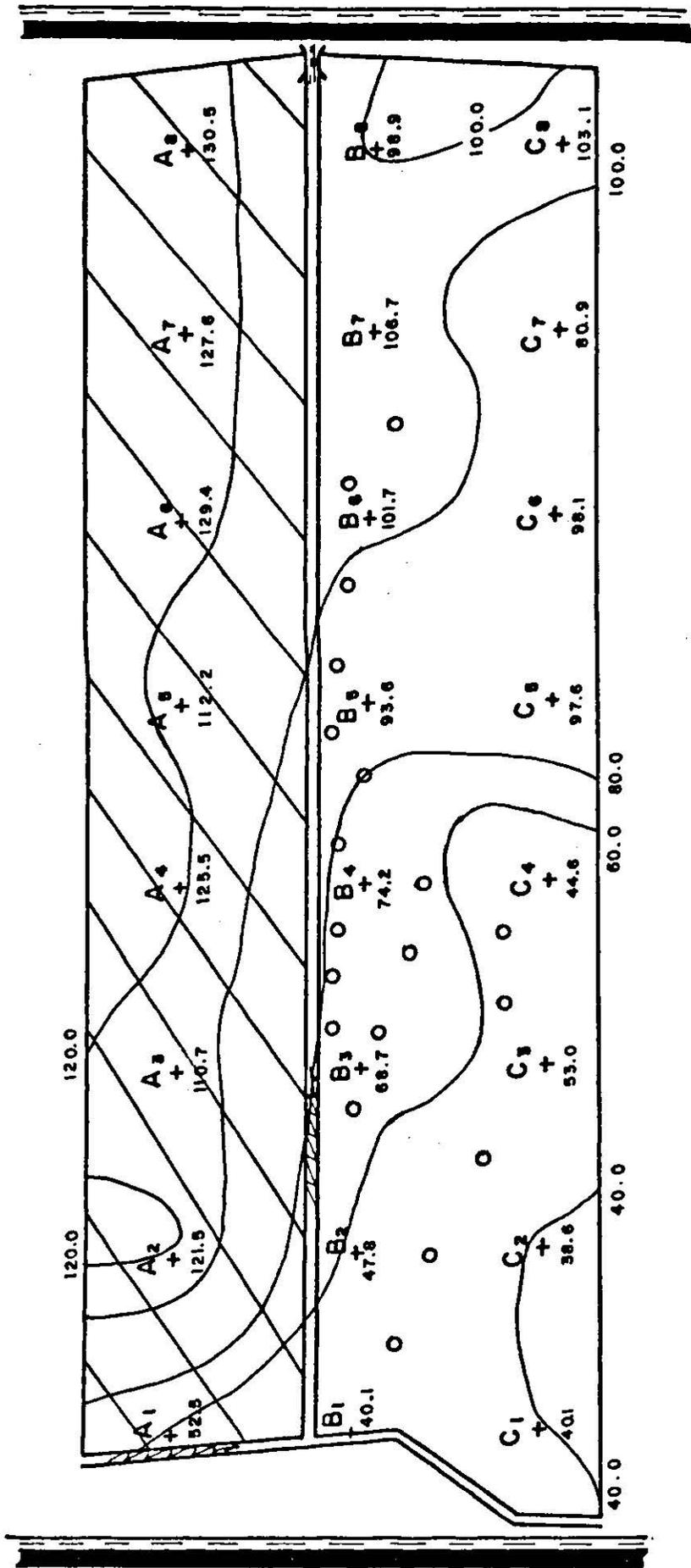


FIGURA 10.- Plano de curvas Isobatas correspondientes al mes de abril.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO : CURVAS ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR
GERARDO PAEZ A.	DR. JUAN PGO. PISSANI Z.
DANIEL RODRIGUEZ L.	DIBUJO
RUBEN VILLANUEVA E.	MIGUEL JIMENEZ
No. Lote 9327 y 9328	
ESCALA	AREA TOTAL
1: 3800	21.9733 HAS.
FECHA	
MAYO - 1968	

SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Repodera
- Alcantarilla
- Pozo de observación +
- Punto de Cosecha O
- Area fuera de producción

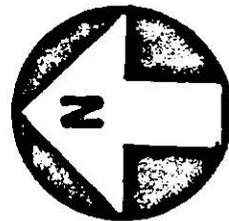
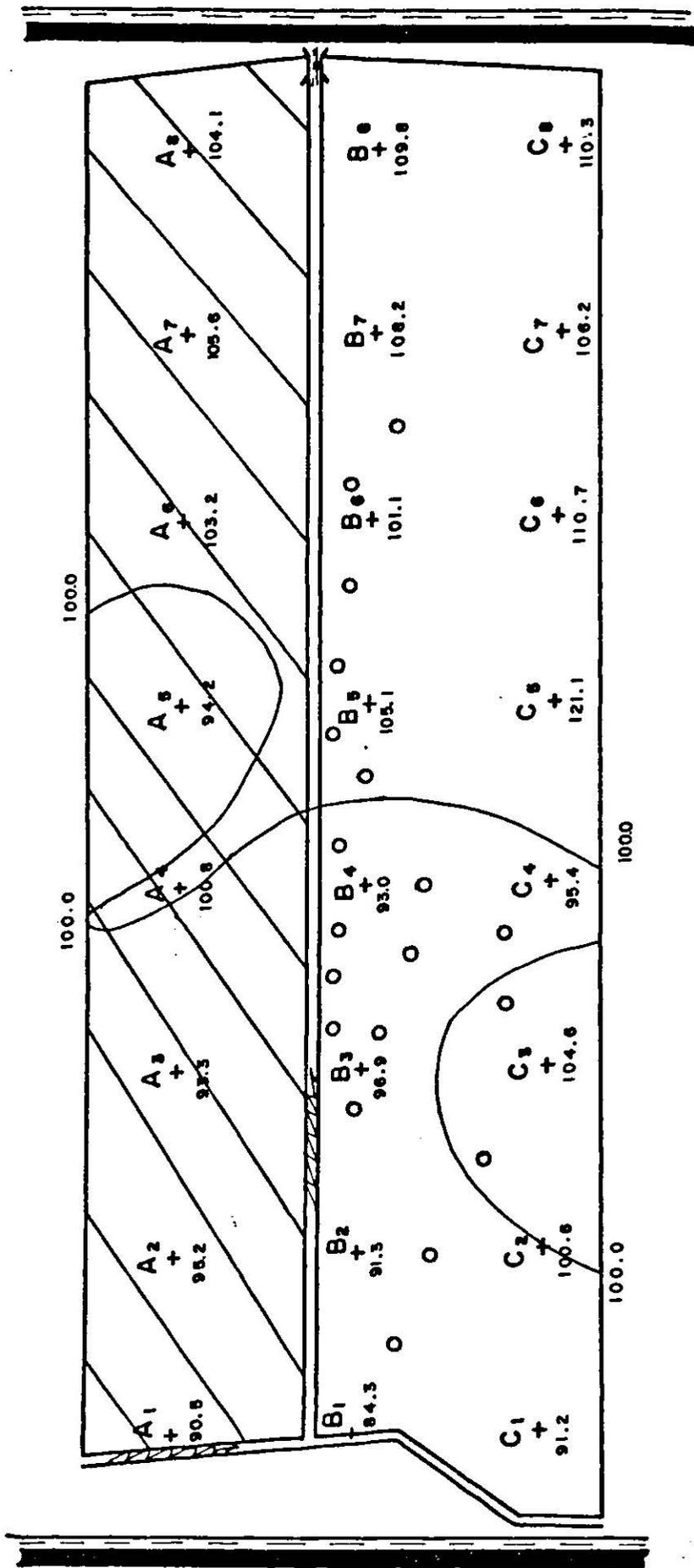


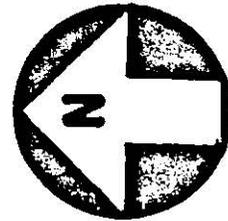
FIGURA 11.- Plano de curvas Isobatas correspondientes al mes de mayo.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO : VALLE HERMOSO, TAMPS.	
PLANO: CURVAS ISOBATAS	
EJECUTO	ASESOR DR. JUAN FCO. PISSANI Z.
GERARDO PAEZ A.	DIBUJO DANIEL RODRIGUEZ L.
	MIGUEL JIMENEZ
	No. Lote 9327 y 9328
ESCALA 1: 3500	AREA TOTAL 21.9738 HAS.
	FECHA JUNIO - 1985

SIMBOLOGIA

- Dren
- Camino
- Regadera
- Alcantarilla
- Pozo de observación +
- Punto de Cosecha O
- Area fuera de producción



007150

FIGURA 12.- Plano de curvas Isobatas correspondientes al mes de junio.

