

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFEECTO DEL RIEGO POR SURCOS ALTERNOS
Y LA FERTILIZACION QUIMICA SOBRE LA
CONCENTRACION DE SALES DEL SUELO EN
EL CULTIVO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.),
EN LA REGION DE MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA EL PASANTE
LEONEL PONCE MARTINEZ

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE, 1985.

T
S595
P6
C.1



1080067127

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DEL RIEGO POR SURCOS ALTERNOS
Y LA FERTILIZACION QUIMICA SOBRE LA
CONCENTRACION DE SALES DEL SUELO EN
EL CULTIVO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
EN LA REGION DE MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA EL PASANTE
LEONEL PONCE MARTINEZ

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE, 1985.

2967

T
5595
P6

040.635

FA10

1985

0.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



UANV
FONDO
TESIS LICENCIATURA

A mis padres:

Prof. Severiano Ponce Sandoval
Sra . Leocadia Martínez de Ponce

Con mucho cariño, respeto y admiración,
para ellos que siempre me impulsaron a
tener un espíritu de lucha para la cul-
minación de mi carrera profesional.

A mis hermanos:

Javier y Florinda

Norma y Fernando

Irma y Marco A.

Irene y Ricardo

Oscar

Diana Genoveva

Bladimir Iván

Mi más sincero agradecimiento por el apoyo
que me brindaron en los momentos difíciles
de mi carrera.

A mis sobrinos:

Fabiola, Javier, Vilma, Iván,
Thelma, Fernando, Tania y --
Hugo.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores:

Ing. Benjamín S. Ibarra Ruíz

Ing. Carlos H. Sánchez Saucedo

Por su colaboración desinteresada en el trabajo de campo, así como en la revisión del escrito.

A la Sra. Aura Lila Granados Flores

Por su cooperación en la realización del escrito.

A mis amigas, amigos y compañeros de escuela que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo de investigación.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
Suelos afectados por sales.....	3
Fuentes principales de la salinidad de los - suelos.....	3
Intemperismo mineral.....	3
Sales fósiles.....	3
Sales atmosféricas.....	3
Acumulación de sales locales.....	4
Acumulación de sales originadas por el - hombre.....	4
Características edáficas de suelos en zonas áridas.....	4
Características climáticas en zonas áridas..	5
Sales solubles en el suelo.....	5
Grado de solubilidad.....	6
Movimiento del fertilizante.....	7
Índice salino.....	9
Factores que influyen en la intensidad del efecto salino del fertilizante sobre el cultivo.....	9
Fraccionamiento de los fertilizantes en los suelos para evitar salinidad.....	11
Formas al aplicar el fertilizante para- evitar problemas de salinidad.....	13
Efecto de la fertilización sobre la acumula - ción de fósforo y potasio en el suelo.....	13

Efecto de la fertilización continua sobre la tasa de cationes en el suelo.....	15
Fertilización en suelos salinos.....	16
Efecto de la fertilización, riego y aradura en suelos solonetz.....	18
Efecto del agua de riego.....	18
Problemas del agua de riego.....	19
Características que determinan la calidad del agua de riego.....	20
Conductividad eléctrica.....	20
Relación de adsorción de sodio.....	20
Boro.....	21
Bicarbonatos.....	21
Factores que influyen en la concentración de sales en solución.....	21
Efecto de la calidad del agua sobre la con-- centración de sales en el suelo.....	22
Efecto de la lámina de riego sobre la concen <u>t</u> tración de sales en el suelo.....	24
Efecto del riego a largo plazo sobre la sali <u>n</u> idad del suelo.....	25
Distribución de sales solubles y nitratos ba <u>j</u> o riego.....	26
Influencia de los métodos de riego sobre la acumulación de sales en cultivos en surcos..	28
Efecto del riego por surcos en la con - centración de sales.....	29
Efecto de las modificaciones superficiales - del suelo y el manejo de agua para controlar la salinidad.....	32

Efecto de la interacción suelo-sal en relación con el control de la sal.....	32
Interacción entre el agua del suelo y la fertilización.....	35
MATERIALES Y METODOS.....	37
Localización del lote experimental.....	37
Características climáticas.....	37
Características del suelo del lote experimental	38
Características del agua del riego.....	39
Materiales.....	40
Metodología.....	41
Diseño experimental.....	41
Epoca y forma de muestreo.....	42
Parcela experimental.....	42
Modelo del diseño experimental.....	42
Métodos de análisis en el laboratorio....	44
Desarrollo del experimento.....	45
Preparación del terreno.....	45
Siembra.....	45
Riegos.....	45
Fertilización.....	45
Labores culturales.....	46

	Página
Plagas y enfermedades.....	46
Cosecha.....	46
RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
RESUMEN.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	73
APENDICE.....	76

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		Página
1	Indice de sales por unidad de nutrientes vegetales aportados por materiales representativos (Rader, White y Whittaker, -- 1943; Tisdale y Nelson. 1982).....	10
2	Importancia de la salinidad del suelo -- usando diferentes calidades del agua de riego en Texas (Longenecker y Lyrly 1959; Israelsen. 1963).....	27
3	Características físico-químicas del suelo del lote experimental. Marín, N. L. - 1984.....	38
4	Resultados de los análisis de agua antes de cada riego. Marín, N. L. 1984.....	39
5	Comparación porcentual en cuanto a contenido de sales para los muestreos realizados el 20 de Marzo de 1984 y el 6 de Junio de 1984. "Efecto del riego por surcos alternos y la fertilización química sobre la acumulación de sales en el suelo". Marín, N. L. 1984.....	64
6	Comparación porcentual en cuanto a contenido de sales para los muestreos realizados el 20 de Marzo de 1984 y el 6 de Julio de 1984. "Efecto del riego por surcos alternos y la fertilización química sobre la acumulación de sales en el suelo". Marín, N. L. 1984.....	64
7	Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 0-30 cm., de la fecha 20 de Marzo de 1984. Marín, N.L.	77
8	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 30-60 cm., de la fecha 20 de Marzo de 1984. Marín, N.L.	77
9	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 60-90 cm., de la fecha 20 de Marzo de 1984. Marín, N.L..	78

TABLA		Página
10	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 0-30 cms., de la fecha 6 de Junio de 1984. Marín, N.L.	78
11	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 30-60 cms., de la fecha 6 de Junio de 1984. Marín, N.L..	79
12	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 60-90 cms., de la fecha 6 de Junio de 1984. Marín, N.L..	79
13	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 0-30 cm., de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín, N.L.....	80
14	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 30-60 cm., de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín, N.L..	80
15	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 60-90 cm., de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín, N.L..	81
16	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 0-30 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N.L. 1984.	81
17	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 30-60 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N.L. 1984.....	82
18	Análisis de Varianza para Conductividad - Eléctrica para el estrato 60-90 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N. L. 1984.....	82
19	Comparación de medias por Tukey para los diferentes riegos del estrato 0-30 cms., de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín, - N. L.....	83

TABLA		Página
20	Comparación de medias por Tukey para las diferentes dosis de fertilización del estrato 0-30 cms., de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín, N.L.....	83
21	Comparación de medias por Tukey, para los diferentes riegos del estrato 0-30 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N.L. 1984.....	83
22	Comparación de medias por Tukey para las diferentes dosis de fertilización del estrato 0-30 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N. L. 1984.....	84
FIGURA		
1	Influencia de la temperatura sobre la solubilidad de las sales en el suelo. (Pizarro, F. 1978).....	7
2	Modelos de respuesta A,B,C,D de los cultivos a la fertilización, bajo condiciones de salinidad.....	17
3	Distribución de la sal cuando el algodón se regó en surcos.....	31
4	Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fechas de muestreos para el tratamiento 1. Marín, N.L. 1984.....	48
5	Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fechas de muestreos para el tratamiento 2. Marín, N. L. 1984.....	50
6	Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 3. Marín, N. L. 1984.....	51
7	Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 4. Marín, N. L. 1984.....	53

FIGURA

Página

8	Variación de la concentración de sales en - el suelo de acuerdo a la precipitación plu- vial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 5. Marín, N. L. 1984.....	55
9	Variación de la concentración de sales en - el suelo de acuerdo a la precipitación plu- vial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 6. Marín, N. L. 1984.....	56
10	Variación de la concentración de sales en - el suelo de acuerdo a la precipitación plu- vial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 7. Marín, N. L. 1984	58
11	Variación de la concentración de sales en - el suelo de acuerdo a la precipitación plu- vial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 8. Marín, N. L. 1984.....	60
12	Variación de la concentración de sales en - el suelo de acuerdo a la precipitación plu- vial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 9. Marín, N. L. 1984.....	61

INTRODUCCION

El problema de la salinidad en los suelos se ha venido generando a través de muchos años, tanto en las regiones de clima húmedo como en las regiones de clima seco (árido y semiárido) del mundo, teniendo mayor transcendencia en esta última región debido a la escasa precipitación principalmente, y a otros factores que impiden que dichas sales del suelo sean lavadas y llevadas a estratos donde no interfieran con el desarrollo de los cultivos.

Tiene mayor importancia esta región por la necesidad de abrir nuevas áreas de cultivo y poder satisfacer las necesidades de consumo de la población mundial.

En México existe más del 60% del territorio enclavado en regiones de clima árido y semiárido, localizándose la mayor parte en el Noroeste del país. En estos lugares se tienen factores desfavorables como son: escasa precipitación, altas temperaturas, evaporación excesiva, etc., que ocasionan que las sales solubles del suelo se coloquen en la superficie trayendo como consecuencia un problema para el crecimiento de las plantas.

El origen de las sales del suelo puede deberse a diferentes causas como son: el intemperismo de la roca madre, depósito de fósiles marinos, a las sales cíclicas, al riego, a la contaminación de los agroquímicos (fertilizantes), etc.

Lo importante para el manejo de los cultivos es mantener la salinidad del suelo por abajo de su tolerancia para evitar que causen problemas en la producción.

Para abrir áreas al cultivo en zonas de clima seco, es importante que se lleven a cabo prácticas de conservación del suelo y del agua con el fin de no tener problemas posteriores

con sales.

Uno de los problemas que se tienen en la actualidad y que se vienen generando a través del tiempo es la mala calidad del agua usada en el riego y más si aunamos a ésto - el mal manejo y uso de los fertilizantes químicos en el suelo.

Los factores que hay que tomar en cuenta para evitar problemas con las sales son: cultivo, edad del cultivo, suelo, humedad del suelo, permeabilidad, temperatura, distribución, intensidad y duración de la lluvia, calidad del agua y topografía.

La finalidad del presente trabajo de investigación - fué combinar diferentes niveles de fertilización con el método de riego por surcos alternos, para determinar si existe un incremento en la concentración de sales en el suelo al interactuar el sistema de riego y la fertilización.

LITERATURA REVISADA

Suelos afectados por sales.

Los suelos afectados por sales predominan en regiones áridas y semiáridas, en donde la precipitación anual es insuficiente para alcanzar las necesidades de evapotranspiración de las plantas.

Las fuentes principales de la salinidad de los suelos son:

a). Intemperismo Mineral.- Las rocas y minerales de la corteza terrestre son fuentes de sales que han sido liberadas durante el intemperismo físico y químico. En zonas áridas es muy común la presencia de minerales máficos (ricos en magnesio y fierro), si estos minerales se encuentran en condiciones considerables pueden aumentar la concentración salina de 3 a 5 meq/l.

Los minerales tienen la tendencia de liberar primero las impurezas más solubles. Un mineral rico en calcio y magnesio primero liberará a la solución cantidades considerables de sodio y potasio y posteriormente calcio y magnesio.

b). Sales Fósiles.- Las sales fósiles pueden producir altos grados de salinidad aún en cantidades pequeñas del suelo.

c). Sales Atmosféricas.- La atmósfera también es capaz de producir cantidades apreciables de sales. La concentración total salina del agua de lluvia en regiones costeras es tan alta como 50 a 200 mg/l., sin embargo, disminuye a medida

que se desplaza tierra adentro. La lluvia cercana a la costa es rica en sodio, cloruros y magnesio, y en tierras adentro está dominada por calcio, magnesio, sulfatos y bicarbonatos.

d).- Acumulación de sales locales.- Los suelos en áreas planas y bajas, aún en regiones áridas puede presentarse mantos freáticos cercanos a la superficie del suelo. El agua de estos mantos freáticos puede desplazarse por capilaridad hacia los estratos superficiales, en donde se evapora y deja acumulaciones de sales.

e).- Acumulación de sales originadas por el hombre.- Un buen número de suelos ensalitrados tienen su origen en las actividades del hombre. Comúnmente las sales son transportadas de áreas sobreirrigadas y acumuladas en áreas con drenaje defi-ciente. A medida que las aguas de drenaje o las aguas de retorno se evaporan, pueden permanecer en el suelo altas concepciones de sales. (Ortega T.,E.1981).

Características edáficas de suelos en zonas áridas.

Por lo general, en zonas áridas los suelos se caracterizan por su poca capacidad de retención de agua, poca materia orgánica y deficiencia de nutrientes, además de que, por otro lado, las condiciones de baja precipitación, alta evaporación y pequeños lavados de suelos, tienden a favorecer la presencia de cantidades de calcio, fósforo y potasio y acaban causando la acumulación en exceso de sales solubles y por lo tanto formación de suelos salinos. (Israelsen y Hansen, 1965 ;

citados por Rodríguez y Gavande . 1976).

Características Climáticas en Zonas Áridas.

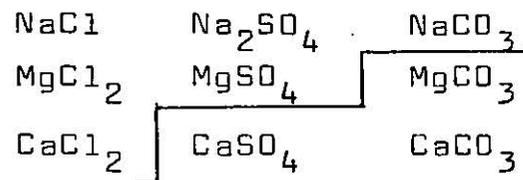
Como factor determinante del grado de aridez de una región cualquiera, y por ende, de la capacidad productiva rentable de la misma, la cantidad de la precipitación pluvial es tan importante como la distribución de esta precipitación durante la estación lluviosa del año. Las regiones que tienen una precipitación media anual de 400 mm tiene una distribución anual, mensual, y diaria totalmente desordenada. Se considera en relación a la lluvia, que zona árida es aquella cuya precipitación pluvial media anual es menor de 250 mm y zona semiárida aquella donde varía de 250-500 mm, en general con altas temperaturas en verano y bajas en invierno. (CONAZA, 1973; citado por Rodríguez y Gavande . 1976).

Sales solubles en el suelo.

Sales solubles, en la ciencia del suelo, son aquellos químicos inorgánicos más solubles que el yeso, el cual tiene una solubilidad de 0.241 gr/100 mililitros de agua a 0°C. La mayoría de las sales solubles de los suelos están compuestos de los cationes sodio (Na^+), calcio (Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}) y los aniones cloro (Cl^-), sulfato (SO_4^{--}) y bicarbonato (HCO_3^-), generalmente se presentan pequeñas cantidades de potasio (K^+), amonio (NH_4^-), nitrato (NO_3^-) y carbonato (CO_3^{--}), como otros iones.

Los cationes y aniones que forman sales solubles vinen de minerales disueltos al meteorizarse. Si la precipitación del área es muy baja para lixiviación generalmente menos de 15 pulg. (38cms.) anualmente, la mayoría o todas las sales solubles permanecen en el suelo. Cuando el agua se evapora de la superficie del suelo, las sales se mueven hacia arriba pero quedan en el suelo. Nuevas aguas traen más sales disueltas, que se añaden a la acumulación anterior cuando se evaporan. (Donahue, Miller y Shickluna, 1981).

Grado de Solubilidad.- Por su grado de solubilidad y correspondiente participación en el aumento de la presión osmótica de la solución del suelo, Kostyakov (1961) clasifica a las sales de la manera mostrada a continuación:



Las sales nocivas desde este punto de vista son las localizadas arriba de la línea gruesa. Las que se encuentran abajo no son peligrosas debido a su baja solubilidad y tendencia a precipitarse con la que dejan de influir en la presión osmótica.

La solubilidad de las diferentes sales mencionadas dependen principalmente de la temperatura de la solución, del pH, de la presencia de otros iones en la solución y de la concentración de CO_2 en solución y en el aire del suelo.

El orden de precipitación de las sales, según su grado de solubilidad, es: Silicatos, carbonatos, sulfatos y cloruros.

Como se dijo anteriormente la temperatura influye en la solubilidad de las sales de la manera siguiente: al aumentar la temperatura aumenta la solubilidad de algunas sales en solución.

La existencia y proporción de iones en solución influyen - como sigue: a mayor NaCl mayor solubilidad de CaSO_4 y a mayor NaCl mayor solubilidad de NaSO_4 y mayor solubilidad de CaCO_3 . - (Palacios V., D. 1980).

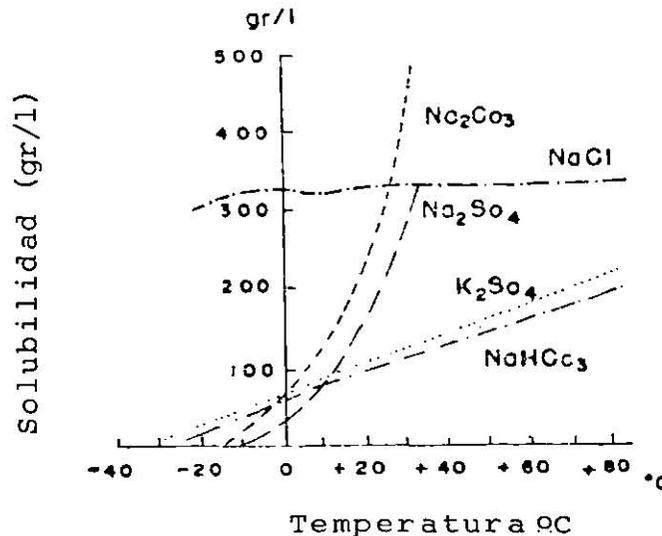


Figura. 1 Influencia de la temperatura sobre la solubilidad de las sales en el suelo (Pizarro. F. 1978).

Movimiento del Fertilizante.

Las sales solubles se disuelven en la solución del suelo - que rodea la zona de aplicación del fertilizante, que se convierte a si en muy concentrado. La proporción y distancia del movimiento de las sales respecto al punto de aplicación depende de - la naturaleza de dichas sales, el carácter del suelo y las condi

ciones climáticas.

Las sales nitrogenadas se mueven hacia arriba y hacia abajo en la solución del suelo, dependiendo de la dirección de movimiento del agua. Los nitratos se mueven mas facilmente porque no se unen por si mismos a las partículas del suelo. Por otra parte el nitrógeno amoniacal es adsorvido por los coloides del suelo. Como este es convertido a nitrato, como es lógico, permanece inmóvil. (Tisdale y Nelson. 1982).

El fósforo se mueve muy lentamente desde el punto de colocación, porque el ion fosfato es casi inmóvil en el suelo. Aunque el fósforo hidrosoluble se mueve a cortas distancias, para todos los propósitos prácticos los fosfatos no son importantes en cuanto al movimiento de sal.

El ion potasio, es cargado positivamente. Tiende a unirse por si mismo al complejo coloidal y es restringido en movimiento. La proximidad aniónica de las sales amoniacales y potásicas, así como el reemplazamiento catiónico, puede considerarse en alguna valuación de los posibles efectos salinos. (Tisdale y Nelson. 1982).

El movimiento del agua en el suelo tiene sobre todo dirección vertical, y para un tipo dado de condiciones ambientales, la extensión del movimiento hacia arriba y hacia abajo será influenciada por la textura del suelo. En los suelos arenosos - hay usualmente una mayor libertad de sales solubles, tanto si son hacia arriba como hacia abajo.

Cuando los suelos se secan, la concentración de la solución del suelo aumenta, el agua del suelo se mueve hacia arriba mediante movimiento capilar, y las sales se mueven con ella. En algunos casos pueden ser depositadas en la superficie justo por encima de la banda fertilizante. Esto puede observarse como un depósito blanco o ligeramente pardo proveniente de la materia orgánica dispersada. (Tisdale y Nelson, 1982).

Índice Salino.- Los fertilizantes aumentan la concentración salina de la solución del suelo. El índice salino de un fertilizante es una medida de este fenómeno y se determina mediante la colocación del material a estudiar en el suelo y la medición de la presión osmótica de la solución del suelo. El índice salino es actualmente la proporción del aumento de la presión osmótica producida por el material en cuestión referida al que produce el mismo peso de nitrato sódico, basado en un valor relativo de 100.

Las sales fertilizantes difieren mucho en su efecto sobre la concentración de la solución del suelo. Los fertilizantes mezclados del mismo grado pueden también variar el índice salino, dependiendo de los transportadores con que están formulados. Los fertilizantes de análisis alto pueden tener un índice salino más bajo por unidad de nutriente para las plantas que los fertilizantes hidrosolubles de análisis bajo (como se ve en la tabla 1), a causa de que ellos son usualmente elaborados con materiales de análisis alto. (Tisdale y Nelson, 1982).

Factores que influyen en la intensidad del efecto salino del Fertilizante sobre el cultivo.- Los factores que influyen son

TABLA 1 - Índice de sales por unidad de nutrientes vegetales aportados por materiales representativos (Rader, White y Whittaker, 1943); (Tisdale y Nelson, 1982).

MATERIAL	COMPOSICION (%)	INDICE SALINO POR UNIDAD DE NUTRIENTES VEGETALES.
<u>Portadores de Nitrógeno</u>		
Amoniaco anhidro	82.2	0.572
Nitrato Amónico	35.0	2.990
Sulfato Amónico	21.2	3.253
Fosfato monoamónico	12.2	2.453
Fosfato diamónico	21.2	1.614
Solución de nitrógeno 2A	40.6	1.930
Nitrato Potásico	13.8	5.336
Nitrato Sódico	16.5	6.060
Urea	46.6	1.618
<u>Portadores de Fósforo</u>		
Superfosfato simple	20.0	0.390
Superfosfato triple	48.0	0.210
Fosfato monoamónico	51.7	0.485
Fosfato diamónico	53.8	0.637
<u>Portadores de Potasio</u>		
Sales de abono animal	20.0	5.636
Cloruro potásico	50.0	2.189
Cloruro potásico	60.0	1.936
Nitrato potásico	46.6	1.580
Sulfato de potasio	54.0	0.853
Sulfato potásico magnésico	21.9	1.971

los siguientes:

a).- Solubilidad del fertilizante y su movimiento en el suelo.- Los nitratos son altamente móviles en el suelo, los fosfatos son practicamente inmóviles y los iones amonio y potasio tienen una movilidad intermedia.

b).- Dosis de fertilizante aplicado.

c).- Distancia entre el fertilizante y la semilla y anchura de la banda de aplicación.

d).- Contenido de humedad en el suelo.- La concentración de sales solubles en la solución del suelo guarda una relación inversa con su contenido de humedad.

e).- Textura y CIC del suelo.- En los suelos arcillosos con alto CIC las sales se mueven muy lentamente.

f).- Naturaleza de los cationes adsorvidos por la arcilla.- Los cationes en el complejo de intercambio serán desplazados por los cationes del fertilizante agregado y en la solución del suelo - formarán sales con mayor o menor grado de solubilidad. Ejem. Al agregar KCL ó $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a un suelo con alto contenido de Mg; - este será desplazado y se formarán los compuestos MgCl_2 y MgSO_4 - muy solubles, pero si el suelo es rico en Ca se formarán CaCl_2 y CaSO_4 , este último es mucho menos soluble. (Ortiz Villanueva, B. 1977).

Fraccionamiento de los fertilizantes en los suelos para evitar - salinidad.- Al aumentar la cantidad de fertilizante aplicado al suelo puede resultar perjudicial para las plantas porque se reduce la humedad disponible de las raíces en el suelo.

Se ha determinado un Índice Salino (I.S.) para aplicar la cantidad de fertilizante necesario a un suelo, y dicha cantidad va a depender de las condiciones del suelo o sea su valor máximo permisible de salinidad.

Valores permisibles de salinidad:

Suelos arenosos.....	138
Suelos francos.....	207
Suelos arcillosos.....	276

I.S. = Kg. del fertilizante * Concentración del nutriente*
I.S./unidad de nutriente.

Ejemplo: Se sembrará maíz y éste requiere 90 Kg. de N., 60 Kg. de P_2O_5 y 50 Kg. de K_2O . Se fertilizará con 200 Kg/Ha. de Urea, 300 Kg/Ha. de S.P.T. y 80 Kg/Ha. de KCl.

I.S. de la mezcla de fertilizantes:

200 x 0.46 x 1.618 =	148.85
300 x 0.46 x 0.210 =	28.98
80 x 0.60 x 1.936 =	<u>92.92</u>
	270.75

Si tuviéramos un suelo arcilloso, entonces podríamos aplicar todo el K_2O , todo el P_2O_5 y todo el nitrógeno antes o al momento de la siembra debido a que el valor permisible de un suelo arcilloso nos permite aplicar toda esta cantidad sin que se tenga que fraccionar.

Si tuviéramos un suelo franco, entonces podríamos aplicar todo el K_2O y todo el P_2O_5 y 1/2 parte de N., antes o al momento

to de la siembra, y la otra parte faltante de N en el primer cultivo. Como se puede ver el nitrógeno se fraccionó en mayor parte debido a que el valor permisible de un suelo franco es menor. (Sánchez A., E. 1983).

Formas de aplicar el Fertilizante para evitar problemas de salinidad.- Cuando se requieren altas dosis de nitrógeno en el suelo es preferible aplicar al voleo para evitar daños de sales.

La aplicación de fósforo es más eficiente cuando se distribuye a puños o en banda a determinada profundidad por las razones siguientes:

- Tiene un índice salino bajo.
- Al ser poco móvil queda en la zona radicular.

El Potasio es menos móvil que el nitrógeno aunque el potasio está sujeto a fijaciones, en general no causa problemas ya que existe un equilibrio dinámico entre el K fijado y el aprovechable. Por su alta solubilidad el K no debe aplicarse en dosis altas. Se sugiere aplicarlos a un lado de la semilla. (Ortiz Villanueva., B. 1977).

Efecto de la fertilización sobre la acumulación de fósforo y potasio en el suelo.

En un experimento que se realizó en varias localidades desde 1929 para determinar la respuesta del algodón (Gossypium hirsutum L.), Veza (Vicia villosa L.) y maíz (Zea mays L.), a diferentes dosis de fósforo y potasio, bajo una rotación de 2 años.

Este trabajo se realizó durante 50 años. Las muestras originales del suelo y las muestras tomadas durante 50 años fueron analizadas usando el extracto doble ácido de Mehlich. Uno de los objetivos de este estudio fue el de demostrar el efecto del fósforo y el potasio en el nivel de estos elementos en el suelo durante 50 años, en los suelos que recibieron de 14 a 18 kg/ha de fósforo desde 1929 hasta 1957.

Estas aplicaciones de fósforo incrementaron el nivel de fósforo en el suelo de 19 ppm en 1929 a 33 ppm en 1957. Cuando se descontinuaron las aplicaciones el nivel bajó al de las parcelas que no se habían fertilizado. Las aplicaciones de 27 kg/ha o más de fósforo incrementaron rápidamente el nivel del mismo en el suelo hasta ser "alto" y "muy alto" y se mantuvo con aplicaciones de 30 kg/ha durante los últimos 20 años de producción.

Las parcelas que no recibieron potasio durante los 50 años presentaron un decremento en el mismo de 54 ppm en 1929 a 40 ppm en 1957 y han cambiado muy poco durante los últimos 20 años. Aplicaciones de 18 a 28 kg/ha de potasio han mantenido el nivel en el suelo durante los 50 años. Las dosis más grandes han incrementado la concentración de potasio aún en suelos con C.I.C. menor de 5 meq/100 gr. La tasa de acumulación de potasio mostró una relación directa con la C.I.C. (Cope Jr., J. T. 1981).

Efecto de la fertilización continua sobre la tasa de cationes en el suelo.-

La toma de cationes por el cultivo a partir de la solución del suelo no depende solo de las concentraciones absolutas sino también de sus relaciones cuantitativas. El riesgo de acentuar las deficiencias nutricionales debido a un desbalance en las tasas de cationes que es provocada por las prácticas de fertilización es particularmente alto en los suelos cultivados fertilizados de la Sabana de Nigeria. Este trabajo evaluó los resultados preliminares de una investigación a largo plazo para estudiar los efectos de la fertilización continua sobre las tasas de cationes en el suelo, nutrición vegetal y rendimiento en el norte de Nigeria.

Se está registrando el efecto de una combinación factorial de 3 niveles (0, 25 y 50 kg/ha) de potasio y magnesio aplicado en 1976 en dos suelos, un oxisol (en Mokwa) y un ultisol férrico o ultisol (en Vandev) utilizando maíz.

La mayoría de los suelos de la Sabana del Africa Occidental especialmente los ubicados al norte a latitudes mayores de 7° grados, son pobres en materia orgánica (menores del 1%), la fracción arcilla que predomina es la caolinítica también es baja, estos suelos baja capacidad de intercambio catiónico, tienen bajo poder amortiguador y pierden fácilmente su fertilidad bajo cultivos continuos. El único medio posible para aumentar la fertilidad es el uso de fertilizantes. La adición de químicos al suelo en la forma de fertilizantes minerales, especialmente programas a largo plazo, esto afecta a la química

ca del suelo en diversas formas que no siempre serán benéficos para los cultivos. La aplicación frecuente de combinaciones de nutrientes en el suelo y por lo tanto inhibir la disponibilidad de algunos. (Lombin, G. 1981).

Fertilización en suelos salinos.-

Cuando se ha estudiado el efecto de las sales en el rendimiento de los cultivos se ha considerado que todas las otras variables permanecen constantes y solo se analiza la variación de los rendimientos como una función del contenido de sales en la solución del suelo.

Cuando los cultivos se han fertilizado adecuadamente para observar el efecto de las sales sobre el crecimiento, se ha tenido dudas de si fertilizar suelos salinos o no, y qué efectos puede producir. Se sabe que los cultivos responden en diferente forma a la fertilización bajo condiciones de salinidad y la respuesta depende de la especie de planta, del nivel de sales en el suelo, de la cantidad, tipo y forma de la aplicación de fertilizantes.

Bajo condiciones de no salinidad se obtiene el rendimiento máximo cuando se fertiliza el suelo con la dosis de fertilizante óptimo. Se puede presentar diferentes respuestas a la fertilización a medida que se aumenta la concentración de sales en el suelo. En forma muy general, puede decirse que se presentan cuatro casos: Cuando la aplicación de fertilizante aumenta la tolerancia de los cultivos a las sales, cuando disminuye la tolerancia, cuando en un rango de sales aumenta la tolerancia y en otro más elevado la disminuye

por último cuando la tolerancia del cultivo no se modifica por la aplicación de fertilizantes.

A continuación los modelos de respuesta para los cuatro casos antes mencionados. En el caso A, el fertilizante aumenta la tolerancia del cultivo, puesto que de acuerdo a la línea F, se obtiene el mismo rendimiento relativo a una concentración de sales más elevada C_2 . En el caso B, la aplicación de fertilizante produce una reducción en la tolerancia del cultivo a las sales, puesto que de acuerdo a la línea F, se obtiene un menor rendimiento relativo R_2 para la misma concentración de sales en el suelo. Esto se ha visto en dosis elevadas de fósforo en maíz en suelo. En el caso C, para un rango de salinidad cuyo valor máximo está representado por X en la figura, el fertilizante aumenta la tolerancia del cultivo a las sales; pero para concentraciones de sales en el suelo mayores que X, la aplicación de fertilizante disminuye la tolerancia del cultivo a las sales. Este es posiblemente el caso más común cuando se fertilizan cultivos en suelos, con diferentes grados de salinidad. En el caso D, el fertilizante no modifica la tolerancia del cultivo a las sales, lo que indica que no hay una respuesta a la fertilización, ni interacción salinidad-fertilizante. (Aceves N.,E. 1979; citado por Arredondo y -- Garza. 1984).

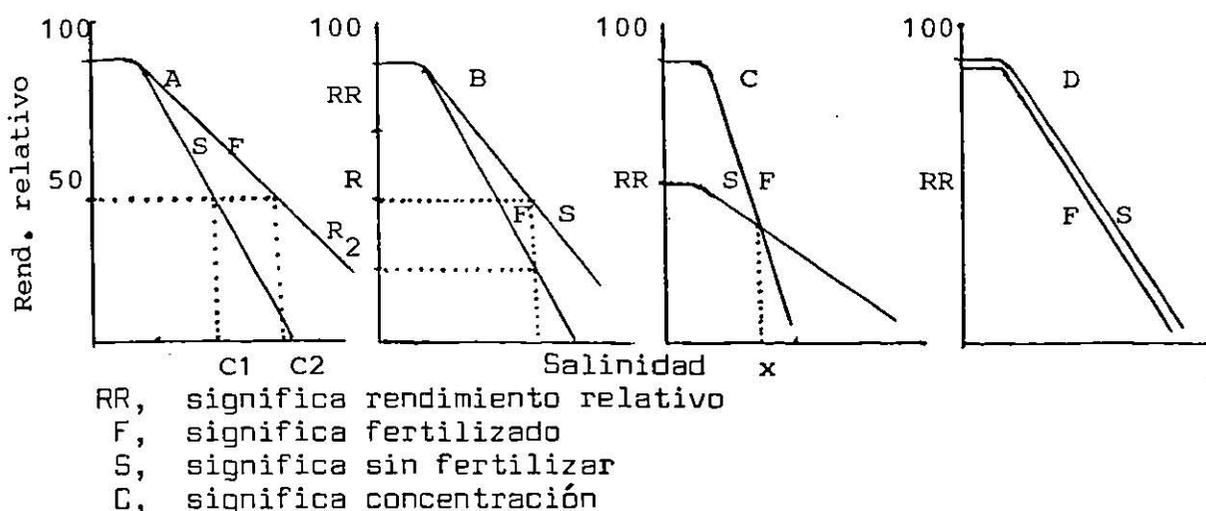


FIGURA 2.- Modelos de respuesta A,B,C,D de los cultivos a la fertilización, bajo condiciones de salinidad.

Efecto de la fertilización, riego y aradura en suelos Solonetz.-

Un estudio llevado a cabo durante 5 años demostró que el arado profundo bajo condiciones de riego, es un procedimiento para la recuperación de suelos del tipo Solonetz que contengan un horizonte cálcico a una profundidad factible de laborar. La libre aplicación de fertilizantes nitrofosforados en suelos bajo riego después de una aradura profunda puede dar lugar al lavado del calcio.

Se encontraron los mismos efectos sobre la condición del suelo, desarrollo de las plantas y sobre la química del suelo bajo condiciones de temporal. Sin embargo el efecto de la fertilización sobre el lixiviado del calcio necesita estudios posteriores y el área experimental deberá ser examinada después de 5 a 10 años de estar bajo riego para determinar si se ha logrado la estabilidad relativa en la química del suelo. (Anónimo. 1981).

Efecto del agua de riego.-

Las aguas de riego contienen siempre en disolución sustancias procedentes de los terrenos y de las formaciones geológicas que han atravesado.

Dichas sustancias, constituidas casi siempre por cloruros, carbonatos, sulfatos, nitrato de sodio, potasio, calcio y magnesio, presentan, respecto al terreno y a las plantas, efectos variables según su concentración y la naturaleza de las sales que predominan en la composición del residuo seco.

Hay aguas que no pueden utilizarse para el riego más que con graves riesgos, ya sea por su elevado contenido de sales, ya por la naturaleza de los iones presentes. (Trisoldi, A. 1967).

Problemas del agua de riego.-

Para la prevención de los problemas de ensalitramiento es importante evaluar el peligro potencial de la presencia de sales en las aguas de riego. Relativamente estas que se usan para riego tienen bajos contenidos de sales. Sin embargo en condiciones deficientes de drenaje, las sales tienden a acumularse, aumentando primero los efectos de alta presión osmótica en la solución del suelo y, más tarde, al sobrepasarse los límites de solubilidad de los carbonatos y sulfatos de calcio, empieza la deterioración estructural de los suelos por efecto del sodio.

El peligro potencial de las sales del agua de riego se juzga en base a diferentes criterios que corresponden a los diversos efectos directos e indirectos sobre los cultivos. Se han tomado 5 criterios iniciales de clasificación de las aguas de riego formulado por el departamento de Ingeniería de Riego y Drenaje de la S.R.H., que son los siguientes:

- Conductividad Eléctrica (C.E. $\times 10^6$ /cm. a 25° C)
- Relación de Adsorción del Sodio (RAS)
- Carbonato de sodio residual (CSR)
- Contenido de boro
- Contenido de cloruros. (Palacios V., D. 1980).

Características que determinan la calidad del agua de riego.-

Las características más importantes que determinan la calidad del agua son:

Conductividad Eléctrica.- Casi todas las aguas para riego que se han usado por mucho tiempo tienen una conductividad eléctrica menor de 2250 micromhos/cm.

Un suelo salino cuando la conductividad del estrato de saturación es mayor de 4 mmhos/cm. Se ha encontrado que la C.E. del estrato de saturación de un suelo en ausencia de acumulación de sales provenientes del agua subterránea, es generalmente de 2 a 10 veces mayor que la correspondiente al agua con que se ha regado. El uso de aguas entre moderada y altamente salinas, puede ser la causa de que se desarrollen condiciones de salinidad, aún cuando el drenaje sea satisfactorio.

En general, las aguas cuya C.E. sea menor de 750 micromhos/cm. son satisfactorias para el riego. Las aguas cuya C.E. varía entre 750 y 2250 micromhos/cm. son comunmente utilizadas, obteniendose con ellas crecimiento adecuado de las plantas. El empleo de aguas con C.E. mayor de 2250 micromhos/cm. es una excepción y rara vez se obtienen buenos resultados. (Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. 1973).

Relación de Adsorción de Sodio (R.A.S.).- Los constituyentes inorgánicos solubles de las aguas de riego reaccionan con los suelos en forma iónica. Los principales cationes son calcio, magnesio y sodio, con pequeñas cantidades de potasio. Los --

aniones principales son carbonatos, bicarbonatos y fluoruros. El peligro de sodificación que entraña el uso de una agua de riego, queda determinado por las concentraciones - absoluta y relativa de los cationes. Si la proporción de sodio es alta, será mayor el peligro de sodificación y, al contrario, si predomina el calcio y el magnesio, el peligro es menor. (Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. 1973).

Boro.- El boro se encuentra en casi todas las aguas naturales y su concentración varía desde trazas hasta varias partes por millón. Es esencial para el crecimiento de las plantas, pero demasiado tóxico cuando excede apenas ligeramente el nivel óptimo. (Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. 1973).

Bicarbonatos.- En aguas ricas en iones bicarbonato hay la tendencia del calcio y del magnesio a precipitarse en formas de carbonatos a medida que la solución del suelo se vuelve más concentrada. Esta reacción no se completa totalmente en circunstancias ordinarias, pero a medida que va teniendo lugar, las concentraciones de calcio y magnesio se va reduciendo, aumentando así la proporción relativa del sodio. (Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. 1973).

Factores que influyen en la concentración de sales en solución.-

La variación de la concentración de sales en solución en cualquier punto del perfil del suelo respecto del tiempo, depende principalmente de los siguientes factores:

- a).- Velocidad de disolución de las sales que aún se encuentran en estado cristalino (si es un proceso de lavado o desalinización) o bien, velocidad de precipitación (si es un proceso de salinización).
- b).- Intensidad de los desplazamientos convectivos de sales (o sea desplazamientos de sales con el agua en estado líquido).
- c).- Intensidad de los desplazamientos difusivos de sales (o sea el desplazamiento de las sales independientemente del movimiento del agua, de mayor a menor concentración salina).
- d).- La composición iónica de las soluciones puede verse afectada por la absorción de ciertos iones, como el K, Ca, PO_4 , NO_3 y parcialmente el SO_4 por parte de las raíces de las plantas y reacciones del intercambio catiónico entre la solución y los coloides del suelo. (Palacios V., D. 1980).

Efecto de la calidad del agua sobre la concentración de sales en el suelo.-

La salinidad del suelo se puede incrementar considerablemente después de un solo ciclo de riego con agua salina. Si hay alguna falla en la precipitación durante el período de crecimiento. Todas las sales llevadas a la zona radicular por el agua de riego, en un programa "normal" de riego sin lavado, permanecen ahí. La acumulación está directamente correlacionada con la calidad de sales en el agua de riego y con la cantidad de agua de riego.

En Israel, el uso del agua con una C.E. que varía de 700 a 4000 micromhos/cm. ha incrementado la C.E. del extracto de saturación de 200 a 2500 micromhos/cm., después de un solo ciclo de riego. (Kovda, 1973; citado por Lozano V., J.M. 1980).

Si el agua de riego es de buena calidad puede producir una mejoría en la tierra en que se aplica debido al calcio que contiene y el efecto benéfico derivado del lavado de cualquier exceso de sales de la tierra puede deteriorarse hasta quedar imposibilitada para producir cosechas satisfactorias. (Israelsen. 1963; citado por Lozano V., J. M. 1980).

Se ha encontrado que en la mayoría de los casos, las sales que son introducidas con el agua de riego durante el ciclo de riego se acumulan en los 0-150 cms. del perfil del suelo y que durante la estación de invierno las sales solubles son lavadas hacia abajo del perfil del suelo. (Kovda, 1973; citado por Lozano V., J.M. 1980).

En suelos ligeros de perfil del suelo completo (0-150 cms), se lava completamente, mientras que, en suelos pesados solo la parte superior (0-60-90 cms.) del perfil es lavada. Existen muchos casos en la que existe acumulación perenne de sales en el estrato de 90-150 cms. de los suelos pesados. (Kovda, 1973; citado por Lozano V., J.M. 1980).

En un experimento realizado en Marín, N.L., en sorgo en 1980, en el cual se muestreaba el suelo en un surco y en 8 -

sitios diferentes con el fin de determinar si había adición de sales al suelo por medio del agua de riego, además determinar en cual estrato se acumulan.

Se muestreó el agua antes de cada riego con el propósito de determinar su calidad. Los muestreos se hicieron después de cada riego. Se cuantificó la lámina aplicada por medio de un aforador Parshall.

Se concluyó que al aumentar el intervalo entre riegos se aumenta la concentración de sales en los diferentes estratos del suelo. La lámina de agua aplicada, que osciló entre 9 y 10 cm., fue suficiente para diluir las sales del suelo y por lo tanto disminuir la conductividad eléctrica. La calidad del agua de riego (C_3S_1) no tuvo efecto significativo sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo. La precipitación en conjunto con el riego, redujeron la concentración de sales en el suelo. (Lozano V., J.M. 1980).

Efecto de la lámina de riego sobre la concentración de sales en el suelo.-

En un trabajo que se realizó en el campo experimental de la F.A.U.A.N.L. en Marín, N.L. en 1981, el cual consistió en aplicar diferentes láminas de riego en el cultivo del trigo (Triticum aestivum L.), el objetivo fue el de determinar el aumento ó la disminución de la concentración de sales en el suelo.

Las variables estudiadas fueron pH, C.E., cationes y aniones del extracto del suelo y del agua, los muestreos se hicie-

ron a 0-25, 25-50 y 50-75 cms., se hacían antes de aplicar el riego a los tratamientos.

En las conclusiones se determinó en cuanto a los tratamientos que no hubo diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas ya que no fueron suficientemente contrastantes. Con respecto a los estratos del suelo se presentó mayor acumulación de sales en el de 50-75 cms., y debido a las altas precipitaciones que se presentaron durante el ciclo del cultivo. Se observó que las precipitaciones tuvieron un efecto altamente significativo sobre la concentración de sales en el suelo, resultando una menor concentración de sales al final del ciclo del cultivo del trigo. (Martínez A., R. 1981).

Efecto del riego a largo plazo sobre la salinidad del suelo.-

El efecto del riego a largo plazo sobre la salinidad del suelo se estudió en 13 diferentes sitios de los distritos de riego más grandes del sur de Alberta. De éstos, 10 han estado bajo riego por 60 años y 3 durante 25 años. Las texturas de los mismos variaron desde franco-arenoso hasta arcilloso. La concentración total de sales solubles en el perfil del suelo se redujo o permaneció sin cambio en todos los suelos excepto en uno el cual tuvo un incremento de un 11% en su conductividad eléctrica pero la C.E. del extracto de saturación permaneció siendo menor de 1 mmhos/cm.

La magnitud de la reducción de las sales solubles de los otros perfiles del suelo con respecto a su salinidad inicial

varió de 0-82%. El RAS disminuyó en el subsuelo de todos los sitios que son considerados como representativos de la mayoría de suelos bajo riego de esta área.

La prevención de la salinidad es esencial para mantener la producción de las tierras bajo riego. En el pasado las prácticas inadecuadas de riego y drenaje de los distritos de riego de todo el mundo han dado lugar a serios problemas de salinización de suelos agrícolas. Las sales solubles se pueden acumular en la zona radicular a partir de dos fuentes: a partir de la propia agua de riego o del subsuelo si hay sales presentes antes de que se inicie el riego (Chang C. y M. Oosterveld. 1981).

Un ejemplo de riego a largo plazo usando diferentes calidades de agua lo podemos observar en la tabla 2.

Distribución de sales solubles y nitratos bajo riego.-

En un trabajo que se realizó en lechuga bajo los métodos de riego por aspersión, surcos y combinación de los dos métodos de riego. Se determinó las sales y nitratos en el centro de la cama y entre los surcos. El método de riego por surcos incrementó continuamente el contenido de sales a lo largo del ciclo. A profundidades mayores a los 7.5 cm. el método de riego tuvo poco efecto.

Se concluyó que el método de riego por aspersión aplicado en exceso del uso consuntivo resultó efectivo para lavar las sales de los primeros 15 cm del suelo. A profundidades mayores de los 7.5 cm hubo un efecto no significativo de los méto-

Tabla 2.

Importancia de la Salinidad del Suelo usando diferentes calidades del Agua de Riego en Texas. (Longenecker y Lyrly, 1959; Israelsen, 1963).

Localización	Conductividad del agua usada en el riego mohos/cms. 25º C	Años bajo riego	Profundidad en cms.	Conductividad del extracto de saturación mohos/cms. 25º C	Nº. irrigado
Suelos del área de Laboflats. migajón-arcilloso 6	454	5.7	0-25 25-60 60-90 90-120	650 1430 2700 3445	740 1300 2960 4000
cafe rojizo					
Suelos del área de Wild Horse migajón-arcilloso 6	1960	5.7	0-25 25-60 60-90 90-120	480 500 730 1140	1190 1650 1780 1690
Café rojizo					
Suelos de área de Pecos	4390	15-20	0-25 25-60 60-90 90-120	1915 2190 2770 3285	5525 5595 5580 5165
Limo gris y franco limoso					

dos de riego sobre el contenido de sales. Los suelos regados por surcos pueden requerir de lavado al final del ciclo para remover las sales acumuladas en la parte superficial del centro de la cama. El método de riego por aspersión removi6 las sales, incluyendo los nitratos, fuera de la zona radicular. Lo anterior sugiere que se debe hacer aplicaciones frecuentes y ligeras de nitr6geno en forma de nitratos por medio del riego por aspersi6n para un adecuado uso de los fertilizantes. (Hummadi, Fangmeier y Tucker. 1975).

Influencia de los m6todos de riego sobre la acumulaci6n de sales en cultivos de surcos.-

En un experimento que se realiz6 en parcelas que fueron regadas por los m6todos de riego por aspersi6n, goteo y por surcos, con un agua de calidad de 1.22 mmhos/cm, los tratamientos consistieron en aplicar el riego cuando el potencial del agua del suelo, a una profundidad de 15 cm alcanzaba los -0.2 y -0.6 bares.

No se observ6 acumulaci6n de sales a largo plazo con excepci6n del tratamiento que consisti6 en aplicar el agua de riego por aspersi6n a las tensiones mayores. La acumulaci6n de sales bajo los m6todos de riego por goteo y subsuperficial despu6s de un cultivo de papa, no mostr6 acumulaci6n de sales en los primeros 30 cm. del perfil del suelo en la cama en la cual germinaron las semillas y en el cual ocurri6 el crecimiento inicial. (Sammis, Weeks y Hanson. 1979).

El tratamiento de riego por aspersión a tensiones más altas, después de un cultivo de papa presentó acumulaciones más altas de sales llegando casi a niveles tóxicos -- (6 mmhos/cm a una profundidad de 40 cm.) para cultivos -- sensibles a las sales.

Se concluyó que el lavado mínimo ocurrió para el tratamiento de riego por goteo a más alta tensión durante un período de 5 años; sin embargo no hubo incremento estadísticamente significativo en la acumulación de sales para -- ningún método de riego a lo largo de un período de 5 años, a pesar que el riego por aspersión para su tensión más alta mostró incrementos en la salinidad del suelo.

La acumulación de sales con respecto al tiempo y en -- el período de crecimiento en el perfil del suelo y para los primeros 30 cm de profundidad no fue muy grande para los métodos de riego por goteo y subsuperficial comparado con el riego por surcos. (Sammis, Weeks y Hansen. 1979).

Efecto del riego por surcos en la concentración de sales.- El riego por surcos se adapta mejor a cultivos en hileras y se recomienda en aquellos lugares en que hay topografía accidentada o muy inclinada para otros métodos. Con este método las sales tienden a acumularse en los camellones, ya que el lavado ocurre solamente en los surcos. Los surcos de fondo ancho que permiten camellones de bordo angosto, tienen ciertas ventajas porque humedecen uniformemente la superficie -- del suelo, controlando así la acumulación de sales en una mayor fracción de la zona radicular.

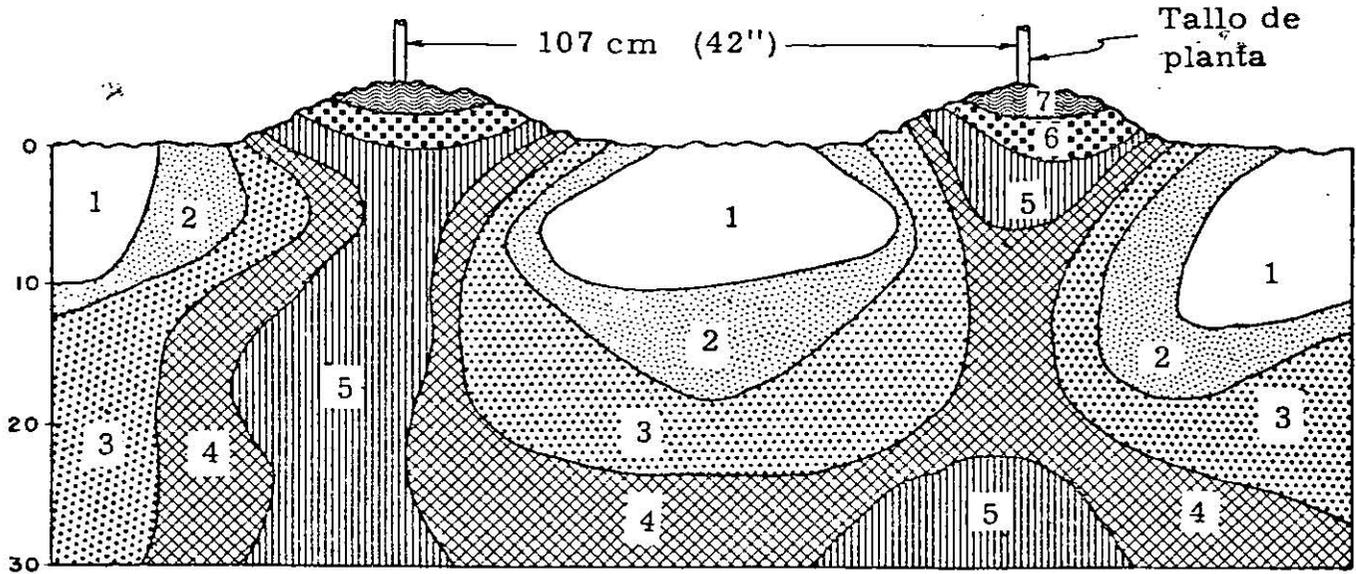
En los métodos por surcos y por melgas, la distancia del recorrido, el volumen de la corriente, la pendiente y el tiempo de aplicación, son factores determinantes en la profundidad y uniformidad de la aplicación. Por lo tanto el balance adecuado entre estos factores se relaciona íntimamente con el lavado y el control de la salinidad. (Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. 1973).

A niveles bajos de salinidad se puede utilizar eficazmente el riego por surcos. Sin embargo, a medida que aumenta la salinidad del agua de riego, adquiere mayor importancia la forma del surco o de la cama de siembra y la posición de la semilla con relación a la altura del agua en el surco. (Allison, 1966; citado por Palacios V., O. 1980).

Según se ha comprobado ampliamente, la distribución de las sales en los surcos y en las camas de siembra con superficies planas no es uniforme sino que las sales tienden a acumularse hacia el centro y en una capa delgada en la corona del surco. En estos puntos la C.E del extracto de saturación puede alcanzar valores muy altos, de más de 50 mmhos/cm. Por el contrario, en el fondo del surco, la salinidad puede ser casi tan baja como el agua de riego. (Palacios V., O. 1980).

En la figura 3 se puede ver la distribución de la sal cuando un cultivo de algodón se regó por surcos con agua de salinidad media. (Laboratorio de Salinidad de los E. U. A. 1973).

PROFUNDIDAD EN CENTIMETROS



CONDUCTIVIDAD DEL EXTRACTO DE SUELO SATURADO (Mmhos/cm)

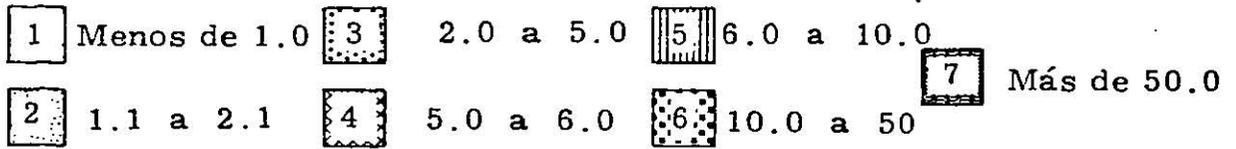
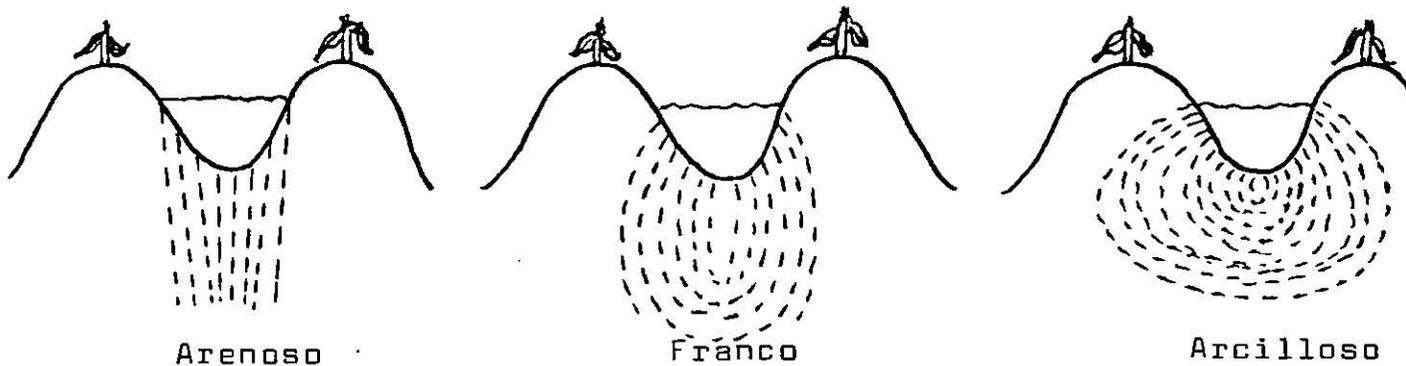


FIGURA 3 - Distribución de la sal cuando el algodón se regó en surcos.

Los patrones de humedecimiento en diferentes suelos en riego por surcos se muestran a continuación:



En condiciones salinas, el riego por surcos puede no ser adecuado debido a la acumulación gradual de sales en el borde. (Withers, B. y Stanley Vipond. 1978).

Efectos de las modificaciones superficiales del suelo y el manejo de agua para el controlar la salinidad.-

La nivelación diferencial de suelos salinos y no salinos bajo riego en el Valle del Río Grande en Texas es una práctica automática. Nivelando el área salina a un plano 9 cm. más bajo que el área no salina se permite que el agua de escurrimiento producida por una precipitación de alta intensidad se acumule en las áreas salinas dando lugar a un lavado de sales.

El retener la misma agua de lluvia que cae directamente sobre las áreas salinas da lugar a que no se ocasione un lavado con agua que de otra manera escurriría. Durante el período de estudio, la salinidad original del suelo para los estratos 0-90 cm y 0-180 cm. se redujo un 53% y 37% respectivamente. La salinidad en los perfiles no salinos se redujo en un 16% para ambos estratos. (Rektorik, R.J., R.R. Allen y L. Lyles. 1976).

Efecto de la interacción suelo-sal en relación con el control de la sal.-

La interacción suelo-sal necesita reevaluarse para analizar problemas prácticos en la predicción de la emisión de sales en masa en aguas de drenaje. Para la mayoría de suelos bajo riego los problemas del control de sales no se pue-

de analizar adecuadamente sin considerar las reacciones químicas (disolución y precipitación de los minerales del suelo, asociación iónica e intercambio catiónico) y el transporte de las sales en suelos saturados y no saturados y en el substrato. El énfasis de los estudios sobre sales, para la agricultura de riego ha cambiado recientemente de estudiar la salinidad y sus efectos sobre el desarrollo de las plantas al manejo de las sales en la zona radicular y el desecho de las aguas de drenaje. (Van -- Shilfgaard, et al, 1974; citado por Biggar, J.W. y K.K. Tanji. 1977).

La producción de cultivos es el objetivo final de la agricultura de riego la cual requiere cierto lavado de sales en la zona radicular, el crecimiento de las plantas es un factor importante para determinar la calidad del agua de drenaje.

Se ha reconocido desde hace tiempo que las sales aplicadas al suelo por el agua de riego puede precipitar debido a la concentración que se lleva a cabo por la extracción -- del agua por las plantas. Eaton, 1950, observó que las --- aguas que contenían el ion bicarbonato se asociaron al desarrollo de suelos sódicos. Y Doneen, 1954, propuso un sistema de clasificación de agua basada en la precipitación secuencial de los carbonatos de Calcio y magnesio y sulfatos de calcio en el suelo.

Los modelos que explican el flujo de sales en la zona -

radicular generalmente no incluyen los procesos de dispersión y mezclado. El mezclado se lleva a cabo entre la solución del suelo y el agua de riego en función de la velocidad de flujo en los poros individuales y secuenciales y de las características de difusión especiales individuales de sales.

Mientras que se puede seleccionar muchos ejemplos para ilustrar el mezclado de sales en los suelos se ha demostrado (Nielsen y Biggar 1962; Biggar, et al, 1966) que el mezclado puede ser apreciable, que es diferente de acuerdo al tipo de suelo, que la velocidad de flujo es importante y -- que los aniones pasivos exhiben repulsión a otros aniones -- aun durante el transporte. En otras palabras el agua y la sal no se mueven de una misma manera a través de los suelos (Biggar, J.W. y K.K. Tanji. 1977).

Experimentos de campo, apoyados con otros de laboratorio llevados a cabo por Miller, et al, 1965 demostraron que el contenido inicial en el suelo y/o el contenido de humedad durante la infiltración influyen significativamente en la distribución de sales en el perfil del suelo.

Bajo condiciones de campo el movimiento de sales se lleva a cabo en condiciones de variación del contenido de humedad y de velocidad de flujo. Por ejemplo, la manera en la cual la sal es desplazada puede inferir significativamente -- bajo el proceso de infiltración de aquella que se lleva en la redistribución del agua en el suelo. Debido en los cambios en el contenido de agua, las trayectorias de flujo en un sue

lo dado pueden distribuir las sales con diferentes intensidades. Durante el proceso de infiltración de manera similar la redistribución de las sales en tiempo y espacio puede ser diferente dependiendo de su distribución espacial inicial en el perfil del suelo y del tiempo después de haberse iniciado el lavado y la redistribución. (Biggar, J.W y K.K. Tanji. 1977).

Interacción entre el agua del suelo y la fertilización.-

Varios experimentos han demostrado que no son necesarios altos niveles de fertilización nitrogenada cuando el suelo carece de humedad suficiente, lo cual limita el crecimiento de las plantas. Cuando los suelos permanecen --- siempre húmedos y el cultivo nunca carece de agua, el fertilizante adicional aumentará los rendimientos por cada unidad de volumen de agua usada en la evapotranspiración.

La absorción de fósforo se ve restringida en el suelo seco; por lo tanto puede usarse menor cantidad de fertilizante fosfórico si el suelo se mantiene abajo de la condición - óptima de humedad.

La humedad necesaria para la absorción óptima de los fertilizantes depende del método de riego, tipo de cultivo, estructura del suelo, fuente del fertilizante y su método de -- aplicación.

Como se ha mencionado anteriormente, las sales disueltas en la solución del suelo aumentan el potencial osmótico de dicha solución y, por lo tanto, se reduce el potencial del

agua del suelo. Los suelos salinos contienen menor cantidad de agua aprovechable por las plantas, para cualquier contenido de humedad, en comparación con los suelos no salinos. Es probable que los cultivos que crecen en suelos bajo tratamientos excesivos de fertilizantes sufran escasez de humedad excesivas y retarda el crecimiento, respecto de los que se desarrollan en suelos con dosis óptimas de fertilización. (Gavande, S. A. 1972).

MATERIALES Y METODOS

Localización del lote experimental:

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad - Autónoma de Nuevo León, situado en el municipio de Marín, N.L., con una altitud de 367.3 m.s.n.m y sus coordenadas geográficas son 25° 53' Latitud Norte y 100° 03' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

Características climáticas:

La región de Marín, N.L., se encuentra representada de acuerdo a la clasificación climática de Koppen modificado - para la República Mexicana por García, E. (1973) en dos subtipos climáticos; BS_0 y BS_1 que corresponden a los climas - secos o esteparios.

BS_0 es el mas seco, comprende el 60% del territorio de Marín.

BS_1 }
 BS_0 } (h') hx' (e')

(h') h = Temperatura anual sobre 22°C y bajo 18°C en el mes más frío.

x' = El régimen de lluvias se presenta con intermedias entre verano e invierno, su precipitación es superior a 500 mm.

e' = Temperatura media mensual tiene una variación

Tabla 3 - Características Físico-químicas del suelo del lote Experimental, Marín N.L. 1984.

DETERMINACION	ESTRATO 0-30 CMS.		ESTRATO 30-60 CMS.		ESTRATO 60-90 CMS.	
	Análisis	Clasif. Agronómica	Análisis	Clasif. Agronómica	Análisis	Clasif. Agronómica
COLOR (Escala Munsell)	Seco: 10yr 6/3 Húmedo: 10yr 4/3	Café pálido Café	Seco: 10yr 6/3 Húmedo: 10yr 4/3	Café pálido Café	Seco: 10yr 6/3 Húmedo: 10yr 4/2	Café pálido Café grisaseo obs.
REACCION (Potenciómetro)	pH = 7.80	Ligeramente Alcalino	pH = 7.75	Ligeramente Alcalino	pH=7.75	Ligeramente Alcalino
TEXTURA (Método del Hidrómetro)	A=13.43% L=29.22% Ar=57.35%	Arcilloso	A=11.68% L=28.65% Ar=59.67%	Arcilloso	A=10.27% L=25.90% Ar=63.83%	Arcilloso
MATERIA ORGANICA (Método Walkley y Black)	1.1%	Pobre	0.845 %	Pobre	0.503 %	Extremadamente pobre
NITROGENO TOTAL (Método Kjeldahl)	0.0056%	Extremadamente pobre	0.0080%	Extremadamente pobre	0.0049%	Extremadamente pobre
FOSFORO APROVECHABLE (Método Olsen)	3.7 p.p.m.	Bajo	3.2 p.p.m.	Bajo	1.50 p.p.m.	Bajo
POTASIO APROVECHABLE (Método Peech y English)	241 Kg/Ha	Medianamente pobre	140 Kg/Ha.	Muy pobre	73.5 Kg/Ha.	Extremadamente pobre
SALES SOBLES TOTALES (Puente Wheatstone)	1.47 mmhos/cm.	No salino	2.07 mmhos/cm.	Ligeramente Salino	2.55 mmhos/cm.	Ligeramente Salino

TABLA 4 - Resultados de los análisis de agua antes de -
cada riego, Marín, N. L. 1984

ANALISIS	Primer Muestreo Riego de Presiembra		Segundo Muestreo 1er. Riego de Auxilio	
	DATOS	OBSERVACIONES	DATOS	OBSERVACIONES
CEXIO ⁶ a 25°C	900	Altamente salina	1,000	Altamente sa- lina
pH	7.9			
Ca en me/l	2.9		2.9	
Mg. en me/l	1.8		2.5	
Na en me/l	4.3		4.6	
Σ de cationes me/l	9.0		10.0	
HCO ₃ en me/l	0.2		1.9	
CI en me/l	4.2	Condicionada	5.5	No recomendable
SO ₄ en me/l	4.6		2.6	
Σ de anio- nes me/l	9.0		10.0	
SE en me/l	6.1	Condicionada	7.1	Condicionada
SP en me/l	6.5	Condicionada	6.8	Condicionada
RAS	2.8	Agua baja en sodio	2.8	Baja en sodio
CSR en me/l	0.0	Buena	0.0	Buena
PSP en me/l	70.49	Condicionada	64.78	Condicionada
Clasificación	C ₃ S ₁		C ₃ S ₁	

de 16.66°C, la más baja en Enero con un valor de 13.2°C y la alta en Julio de 29.86°C.

Temperaturas mínimas extremas es de una variación de 19.8°C y se presenta en Enero la más baja con un valor de 2.5°C y en Agosto la más alta de 22.3°C.

Precipitación media anual es de 520.53 mm., y el período de lluvias se presenta en los meses de Mayo, Agosto y Septiembre en los que se registran 270.02 mm o sea el 51.87% de la lluvia anual y en los otros 9 meses que son más secos en los que se registra 250.51 mm o sea el 48.13% del total anual. (Garza R., J.L. y J.M. Araujo H. 1984).

Materiales.-

Para la realización del presente trabajo se utilizaron los siguientes materiales:

- Tractor e implementos agrícolas
- Semilla de frijol (variedad Delicias 71 selección Benavides 4)
- Fertilizantes (Sulfato de Amonio y Superfosfato Triple)
- Barrena de caja 3" diámetro
- Pozera, barra, pala, azadón
- Cinta métrica
- Balanza analítica
- Bolsas de polietileno, lápiz, papel

- Regla, estacas
- Tamiz y martillo
- Marchas y reactivos para la determinación de la variable conductividad eléctrica del estrato de saturación y para análisis completo del suelo.

Metodología.-

Diseño Experimental: El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar con arreglo factorial, constando de 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Factores y niveles que se utilizaron en el experimento.

Riego { Riego uniforme a todos los surcos (R_0)-testigo
 Riego por surco alterno todo el ciclo del cultivo (R_1)
 Riego por surco alterno (riego non para surco non y riego par para surco par) (R_2).

	N	P_2O_5	K_2O	
	00	- 60	- 00	(F_0)
Fertilización.-	40	- 60	- 00	(F_1)
	80	- 60	- 00	(F_2)

Los tratamientos formados son los siguientes:

Tratamiento	1.-	$R_0 F_0$
"	2.-	$R_0 F_1$
"	3.-	$R_0 F_2$
"	4.-	$R_1 F_0$
"	5.-	$R_1 F_1$

Tratamiento	6.-	$R_1 F_2$
"	7.-	$R_2 F_0$
"	8.-	$R_2 F_1$
"	9.-	$R_2 F_2$

Epoca y forma de muestreo.-

Los muestreos para determinar el contenido de sales - en el suelo se llevaron a cabo en las siguientes etapas, - en la siembra, en floración y después de la cosecha.

El muestreo se realizó a 3 profundidades 0-30cm, 30-60cm y 60-90cm., en cada parcela experimental se muestreaba en el centro de la misma, esto se realizaba con una barena de caja 3" de \emptyset diámetro con barra y pocera.

Parcela experimental.- Cada parcela experimental constaba de un área de 45 m^2 (6 surcos de 10 m. de longitud y 0.75 m. de ancho).

Modelo del Diseño Experimental.- El modelo estadístico del diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + R_j + F_k + (RF)_{jk} + E_{ijk} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \\ j = 0, 1, 2 \\ k = 0, 1, 2 \end{array}$$

donde:

Y_{ijk} = Es la variable bajo estudio (contenido de sales)

M = Media general del experimento

B_i = Efecto del i -ésimo bloque

R_j = Efecto del j -ésimo riego

F_k = Efecto de la k -ésima fertilización

$(RF)_{jk}$ = Efecto de la interacción del nivel j de riego con el nivel k de fertilización.

E_{ijk} = Error experimental asociado a la IJK -ésima observación.

En este caso se tomaron dos factores que fueron fertilización y riego por lo que es un factorial 3^2 .

También se utilizó otro factor que fue época de muestreo para ver si podría haber interacción, por lo que se formó un factorial 3^3 , donde se involucraba; riego, fertilización y época de muestreo.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = M + B_i + R_j + F_k + (RF)_{jk} + M_l + (RM)_{jl} + (FM)_{kl} + (RFM)_{jkl} + E_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 0, 1, 2$$

$$k = 0, 1, 2$$

$$l = 0, 1, 2$$

donde:

Y_{ijkl} = Variable bajo estudio (contenido de sales)

M = Media general del experimento

B_i = Efecto del i -ésimo bloque

R_j = Efecto del J -ésimo riego

F_k = Efecto de la k -ésima fertilización

$(RF)_{jk}$ = Efecto de la interacción del nivel j de riego en el nivel k de fertilización.

- M_l = Efecto del l-ésimo muestreo
- (RM)_{jl} = Efecto de la interacción del nivel j de riego con el nivel l del muestreo.
- (FM)_{kl} = Efecto de la interacción del nivel k de fertilización con el nivel l del muestreo.
- (RFM)_{jkl} = Efecto de la interacción del nivel j de riego en el nivel k de fertilización con el nivel l del muestreo.
- E_{ijkl} = Error experimental asociado a la ijkl-ésima observación.

Se hicieron comparaciones de medias por la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0.05 y 0.01 %.

Métodos de análisis en el laboratorio.- Para la variable contenido de sales (Conductividad Eléctrica) se realizó por medio del extracto de saturación del suelo y se analizó en el Puente de Wheatstone, con celda de pipeta, que se expresa generalmente en milimhos/cm. a 25°C (C.E. x 10³).

Para conocer las propiedades físicoquímicas del suelo se analizó una muestra compuesta de cada estrato y se le hicieron las siguientes determinaciones, las cuales se muestran en la tabla 3.

- Color (Escala de Munsell)
- pH (Potenciómetro)
- Textura (Método del Hidrómetro)
- Materia Orgánica (Método de Walkley y Black)
- Nitrógeno Total (Método Kjeldahl)
- Fósforo aprovechable (Método Olsen)

- Potasio aprovechable (Método Peach y English)
- Sales solubles totales (Puente Wheatstone)
- Se analizó el agua antes de cada riego los resultados se muestran en la tabla 4.

Desarrollo del experimento:

Preparación del terreno.- La preparación consistió principalmente en darle un barbecho que se realizó el 15 de Febrero de 1984, posteriormente se le dio un rastreo y cruza el 1 de Marzo de 1984, para tener mejor preparada la "cama" de siembra.

Siembra.- La siembra se realizó el 15 de Marzo de 1984, la variedad de frijol que se sembró fue la Delicias 71 selección Benavides 4, se utilizó una sembradora que se calibró para que tirara una cantidad de 60 kg/Ha., para una densidad de población de 133,333 plantas/Ha., con una distancia entre surcos de 75 cm., y entre plantas de 10cm.

Riegos.- El agua que se utilizó fue el de la "presa grande", se dio un riego de "asiento" el 7 de Marzo de 1984 para sembrar, el primer riego de auxilio se aplicó el 13 de Abril de 1984 y el segundo riego de auxilio fue el 10 de Mayo de 1984, el riego se distribuyó por "regaderas" abriendo "boquillas" a cada parcela experimental.

Fertilización.- La fertilización para el frijol se aplicó el 6 de Mayo de 1984 en forma manual debido a que los tratamientos tenían diferentes dosis de fertilización, tratándolo de distribuirlo lo más uniformemente posible en el campo,

la aplicación se hizo antes de la floración a una banda, las dosis que se emplearon fueron la 00-60-00, 40-60-00 y la 80-60-00, como fuente de Nitrógeno se empleó el Sulfato de Amonio (20.5%N) y como fuente de Fósforo el Superfosfato Triple (46% P_2O_5).

Labores culturales.- Se realizó un "cultivo" el 3 de Mayo de 1984, con el fin de voltear la forma del surco y para controlar malezas, se presentó problemas de malezas en un bloque debido a que era el primero que se regaba, estas se controlaron en forma manual, se hizo un "aporque" el 7 de Mayo de 1984.

Plagas y Enfermedades.- No se presentaron problemas de plagas en todo el ciclo del cultivo, en lo que respecta a enfermedades se presentó un poco de ahogamiento o secadera (Rhizoctonia) después de las lluvias de Mayo pero no fue de mucha importancia.

Cosecha.- La cosecha se realizó el 2 de Julio de 1984, en forma manual colocando el frijol de la parcela útil en costales para después desgranarlo.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados del trabajo de investigación que se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante los meses de Marzo a Julio de 1984.

Las siguientes figuras representan la relación que -- existe entre la precipitación pluvial, temperatura y concentración de sales para los diferentes estratos del suelo.

La figura 4, que corresponde al tratamiento 1, nos -- muestra que la concentración de sales para el estrato de 0-30 cm. permaneció constante a lo largo del ciclo del cultivo, aún y cuando los meses de Mayo y Junio se presentaron precipitaciones que pudieran haber llevado las sales a estratos inferiores. La uniformidad en el contenido de sales para ese estrato se pudo deber a las altas temperaturas que se presentaron al final del experimento.

Para los estratos de 30-60 y 60-90 cms. se puede observar una ligera disminución en la concentración de sales, posiblemente debido a las altas temperaturas que, como se señaló anteriormente, causaron que las sales se mantuvieran - en el estrato superior.

La Figura 5, que corresponde al tratamiento 2, se puede observar que en el estrato de 0-30 cm. su contenido de sales permanece casi constante en todo el ciclo del cultivo, posi-

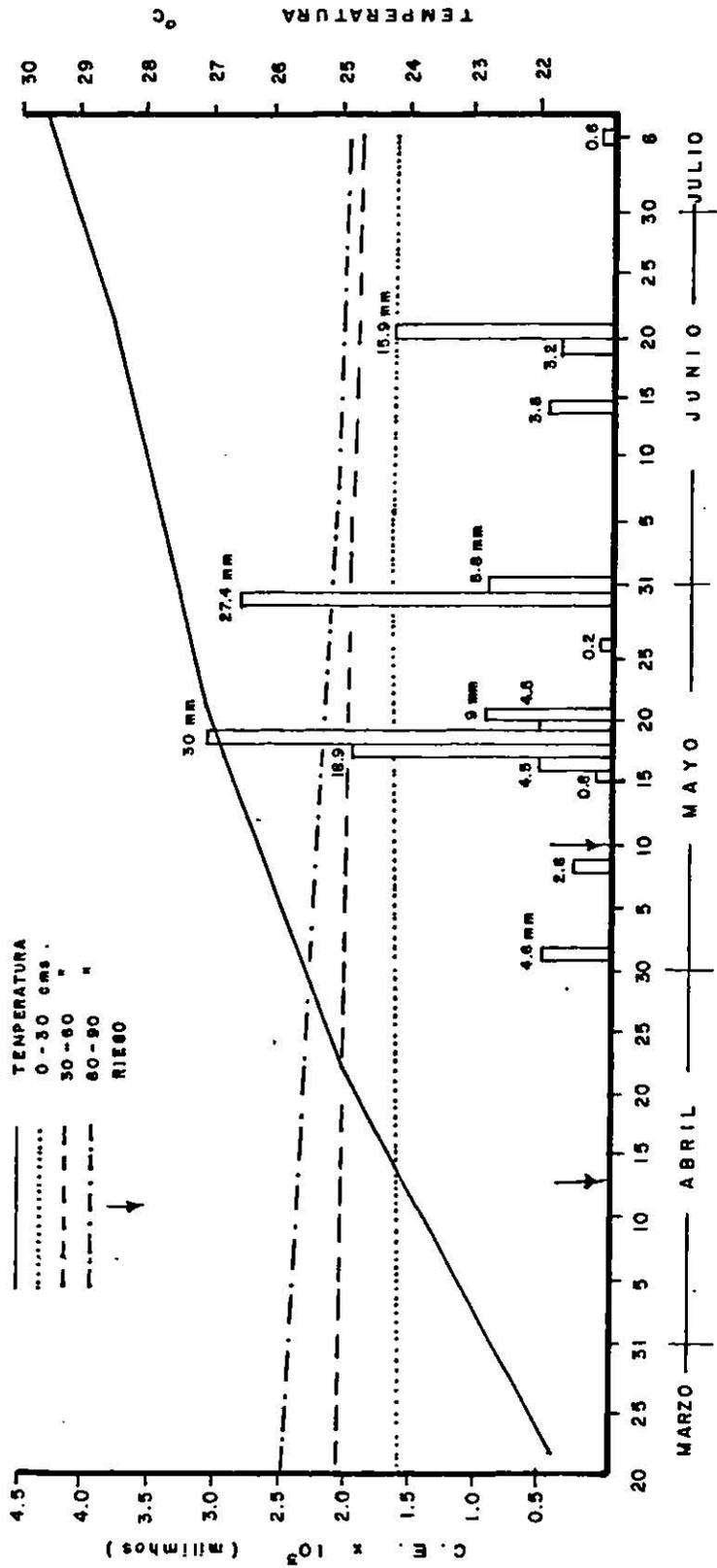


FIGURA 4 - Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fecha de muestreo -- para el tratamiento 1. Marín, N. L. 1984.

blemente influyó más las altas temperaturas que la precipitación para retener las sales en ese estrato.

El estrato 30-60 cm. tiene un aumento en su contenido de sales en el período de Marzo, Abril y parte de Mayo donde no hubo precipitaciones donde aquí influyó la temperatura, después de las lluvias de Mayo y Junio su contenido de sales baja.

En el estrato de 60-90 cms. se observa que su contenido de sales disminuye un poco en el período en que no hay lluvias, posiblemente la temperatura no afectó a este estrato, sino que ésta influyó, para que las de ese estrato se subieran al estrato de 30-60cm., después de que se presentan las lluvias de Mayo su contenido de sales disminuye.

La Figura 6 que corresponde al tratamiento 3, en el estrato de 0-30 cm., ocurre un incremento a lo largo de todo el ciclo, posiblemente influyó más las altas temperaturas -- en los períodos en que hubo y no hubo lluvia.

Los estratos 30-60 y 60-90 cms. se comportan casi idénticamente, en los meses de Marzo, Abril y parte de Mayo su contenido de sales aumenta, por la influencia de la nula precipitación aunando con las altas temperaturas, después de la segunda quincena de Mayo en que se registraron lluvias que -- influyeron en la lixiviación de sales los contenidos de dichos estratos bajan.

La Figura 7, que corresponde al tratamiento 4, el estrato 0-30cms., permaneció constante en todo el ciclo del culti

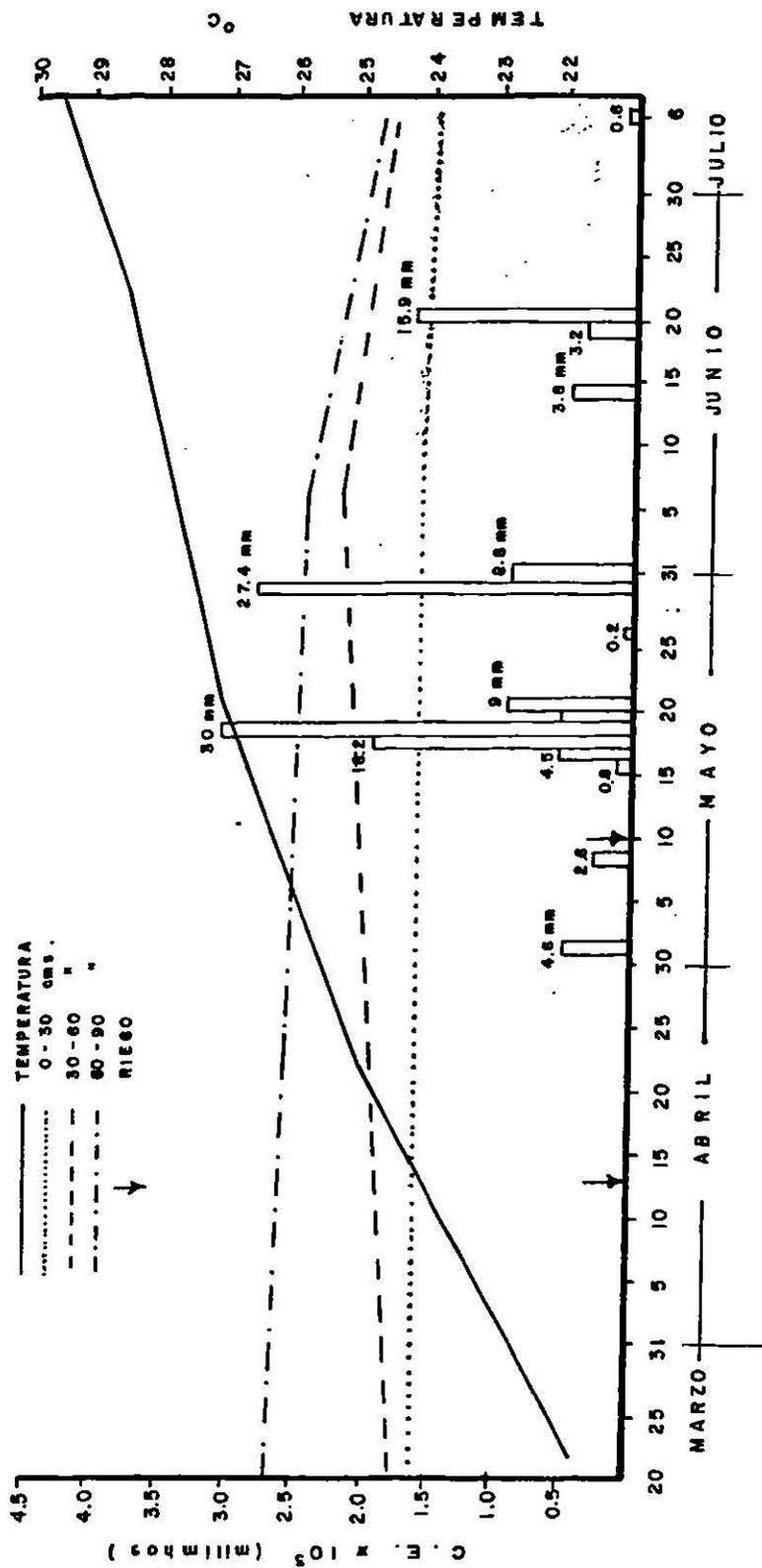


FIGURA 5 - Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fechas de muestreos para el tratamiento 2. Marín, N. L. 1984.

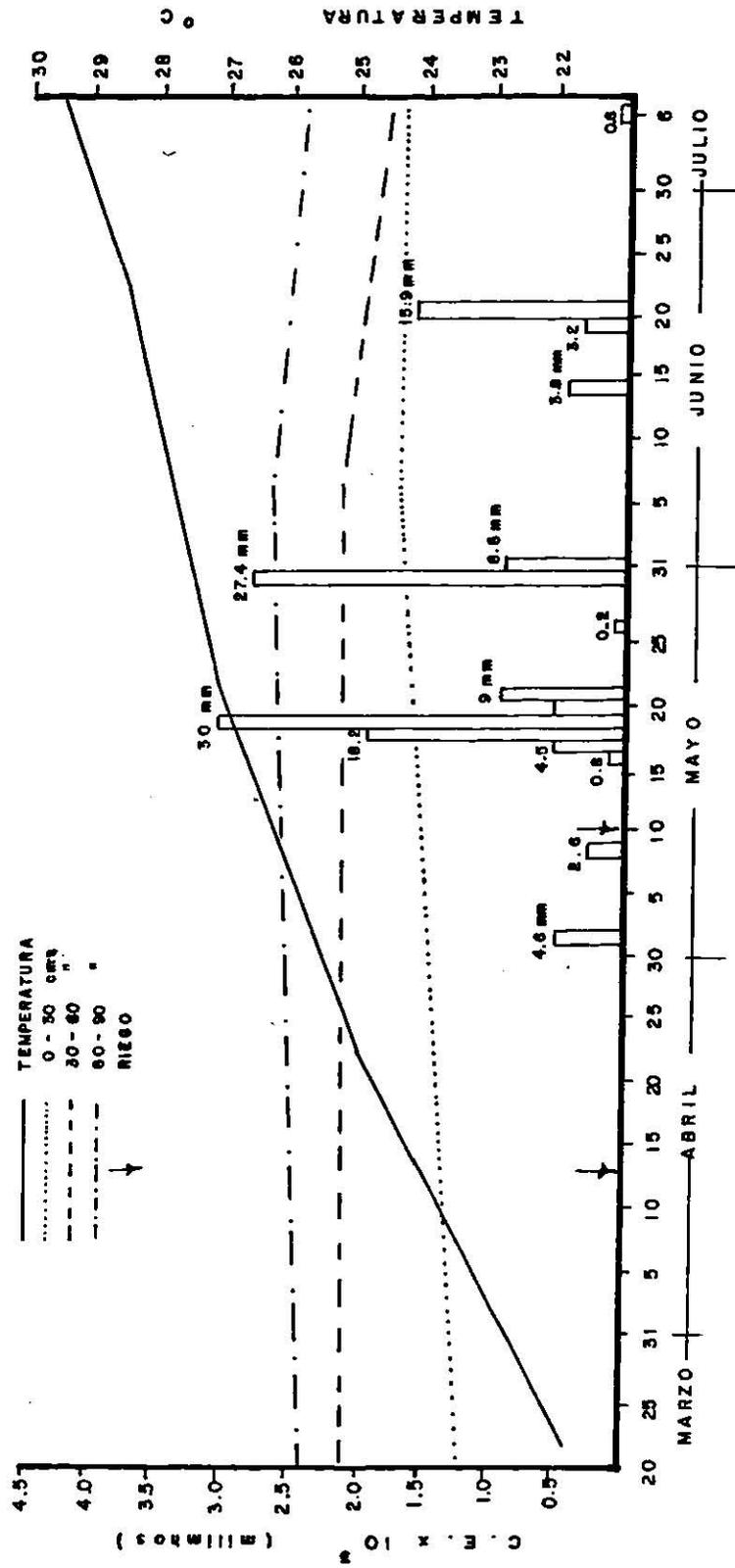


FIGURA 6 - Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fechas de muestreos para el tratamiento 3. Marín, N. L. 1984.

vo, podemos decir que posiblemente en el tiempo que no hubo precipitaciones la temperatura influyó para mantener constante el contenido de sales, después de que se registraron las lluvias de Mayo que pudieran haber lixiviado sales a otro estrato no las hubo debido a que influyeron mas las altas temperaturas para mantener las sales en ese estrato.

El estrato 30-60 cms., muestra un incremento a lo largo del ciclo, al principio en los meses de Marzo, Abril y parte de Mayo en los que no se registran lluvias posible mente influyó más la temperatura aunque no eran muy altas, pero aumentaron el contenido de sales, pero después de las lluvias habría la posibilidad de lavar sales a otro estrato, pero, las altas temperaturas que hubo un Junio y parte de Julio influyeron para aumentar su contenido de sales.

El estrato 60-90 cms., muestra un incremento en el contenido de sales al principio del ciclo debido a la nula precipitación y aquí posiblemente influyó más la temperatura, después de que se presentan las lluvias de Mayo su contenido de sales disminuye.

La Figura 8, que coresponde al tratamiento 5, el es --trato de 0-30 cms., muestra que en los meses de Marzo, Abril y Mayo su contenido de sales permanece casi constante, aquí es posiblemente que influyó más la temperatura, después de las precipitaciones que hubo en Mayo en vez de producir --lixiviación de sales sucede lo contrario, el contenido de --

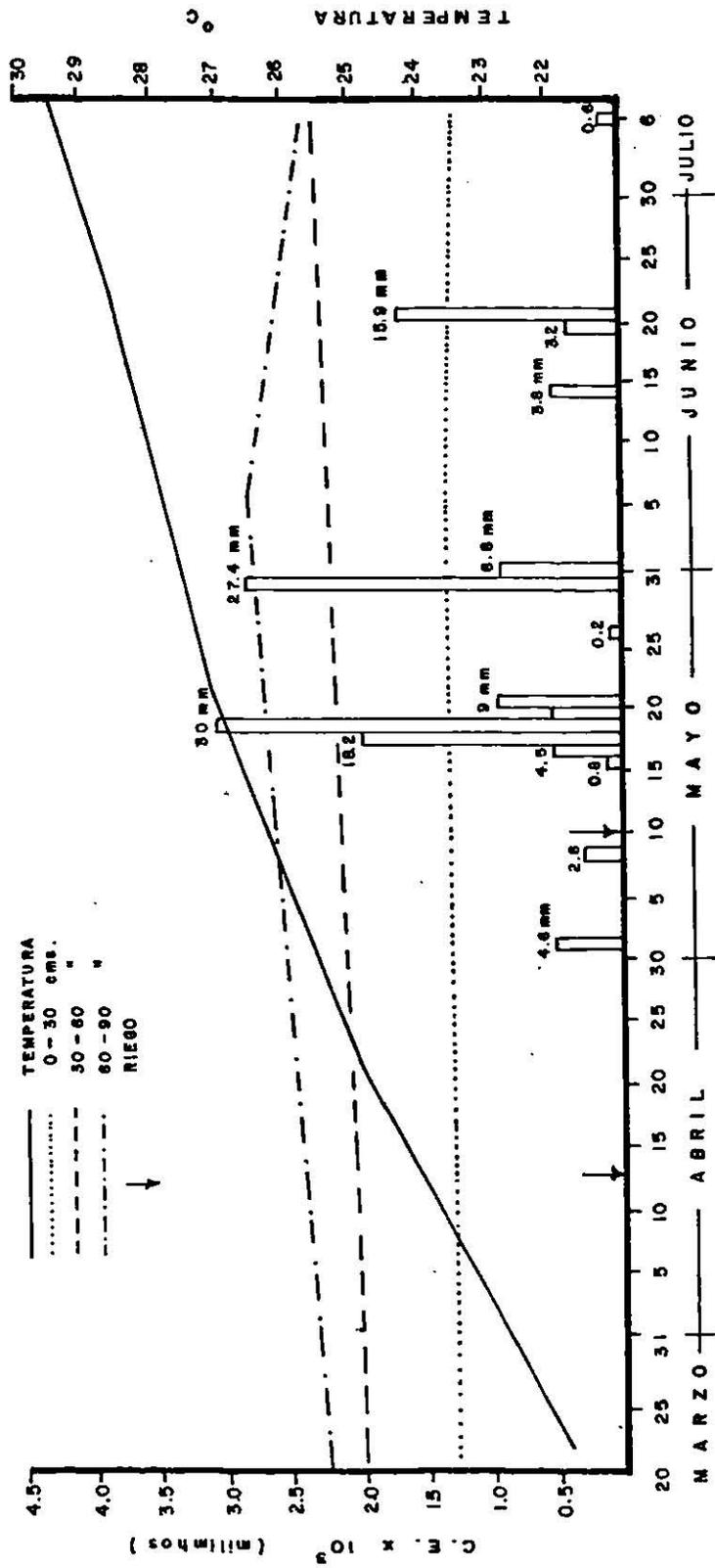


FIGURA 7 - Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fechas de muestreo para el tratamiento 4. Marín, N. L. 1984.

sales en ese estrato aumenta.

Los estratos 30-60 y 60-90 cms., se comportan casi de la misma manera en todo el ciclo, o sea que al principio del cultivo cuando no hay precipitación el contenido de sales aumenta, pero después de las lluvias era factible que hubiera lavado de sales pero sucede lo contrario.

Cabe señalar, que en este tratamiento hubo influencia de una parcela experimental de un bloque, en el sentido de que en los tres muestreos dicha parcela en sus tres estratos mostró un contenido de sales muy alto en comparación con las otras repeticiones del mismo tratamiento en los tres muestreos, y es por esto que se observa que el contenido de sales aumenta al final del ciclo.

Además podemos ver los otros tratamientos y todos se comportan casi de la misma manera.

La Figura 9, que corresponde al tratamiento 6, se observa en el estrato de 0-30 cms., que su contenido de sales aumenta ligeramente influenciado posiblemente por la escasa o nula precipitación en ese período aunado a las temperaturas que se registraron, posteriormente después de las lluvias de Mayo el contenido de sales permanece constante, posiblemente influyeron más las altas temperaturas que la precipitación, para retener a las sales en ese estrato.

En el estrato de 30-60 cms., muestra un ligero incremento en su contenido de sales, como mencionamos anteriormente

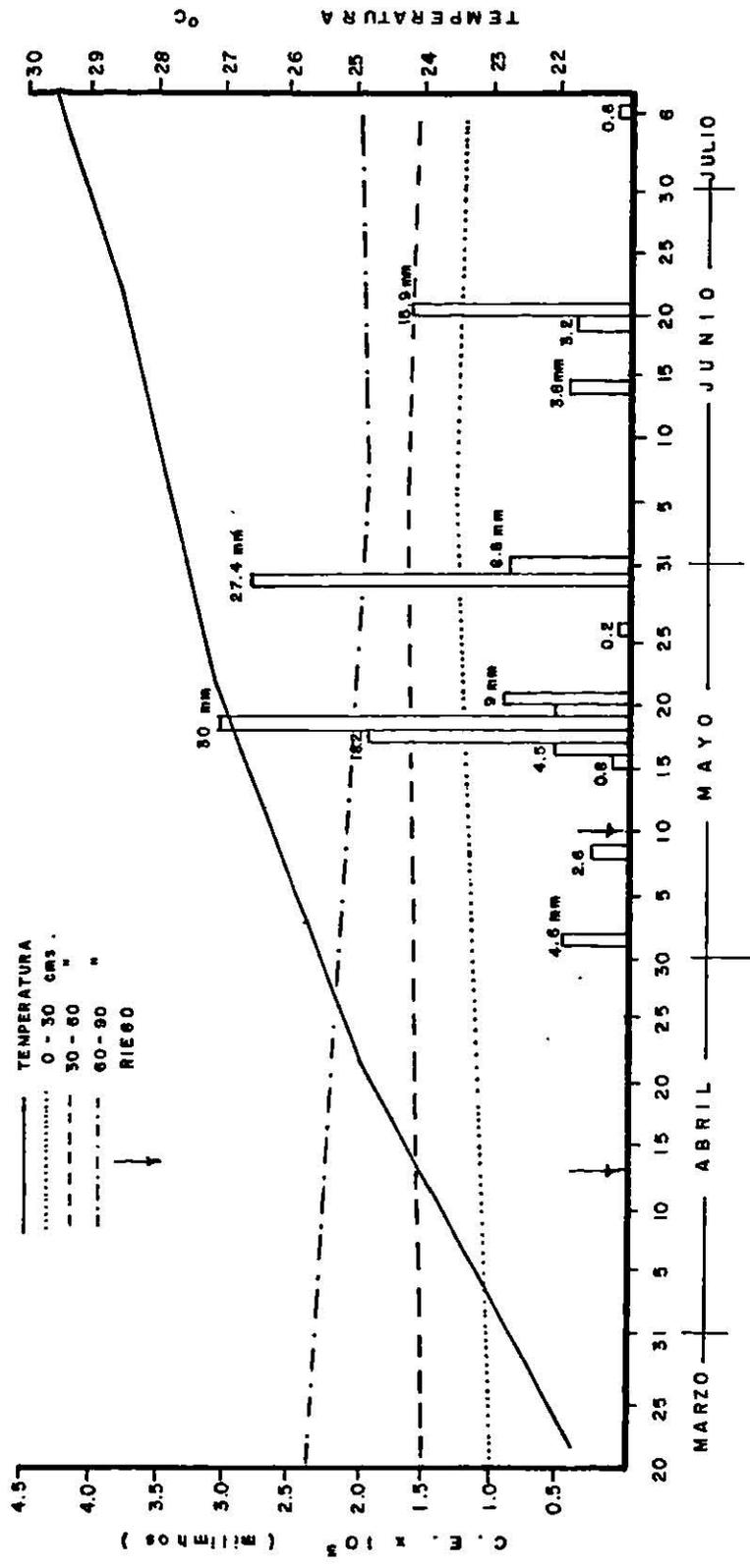


FIGURA 9 - Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 6. Marín, N. L. 1984.

influyó la temperatura y debido a que no hubo precipitación en ese período, después de las lluvias de Mayo hay una ligera disminución en su contenido de sales que pasaron al estrato inferior.

El estrato de 60-90 cms., muestra una disminución en su contenido de sales, posiblemente aquí la temperatura influyó para distribuir las sales de ese estrato hacia los estratos superiores, después de las lluvias de Mayo el contenido de sales ya no disminuye y hay un aumento ligero, posiblemente aquí influyó que las sales del estrato superior se colocarán en este estrato por las lluvias.

La Figura 10, que corresponde al tratamiento 7, muestra en el estrato de 0-30 cms., que su contenido de sales disminuye ligeramente en el período en que no hay precipitaciones, después de las lluvias que se presentan en Mayo su contenido de sales ya no disminuye sino que se mantiene constante, posiblemente influyó más las témperaturas altas que se registraron que las precipitaciones, y por lo tanto retuvieron a las sales para que no fueran lavadas.

Los estratos 30-60 y 60-90 cms. se comportan casi de la misma manera, su contenido de sales aumenta en los meses de Marzo, Abril y parte de Mayo en los que hubo escasa o nula precipitación y por lo tanto la temperatura que se registró influyó para aumentar el contenido de sales en ese estrato, después de que se presentan las lluvias en la segunda quin-

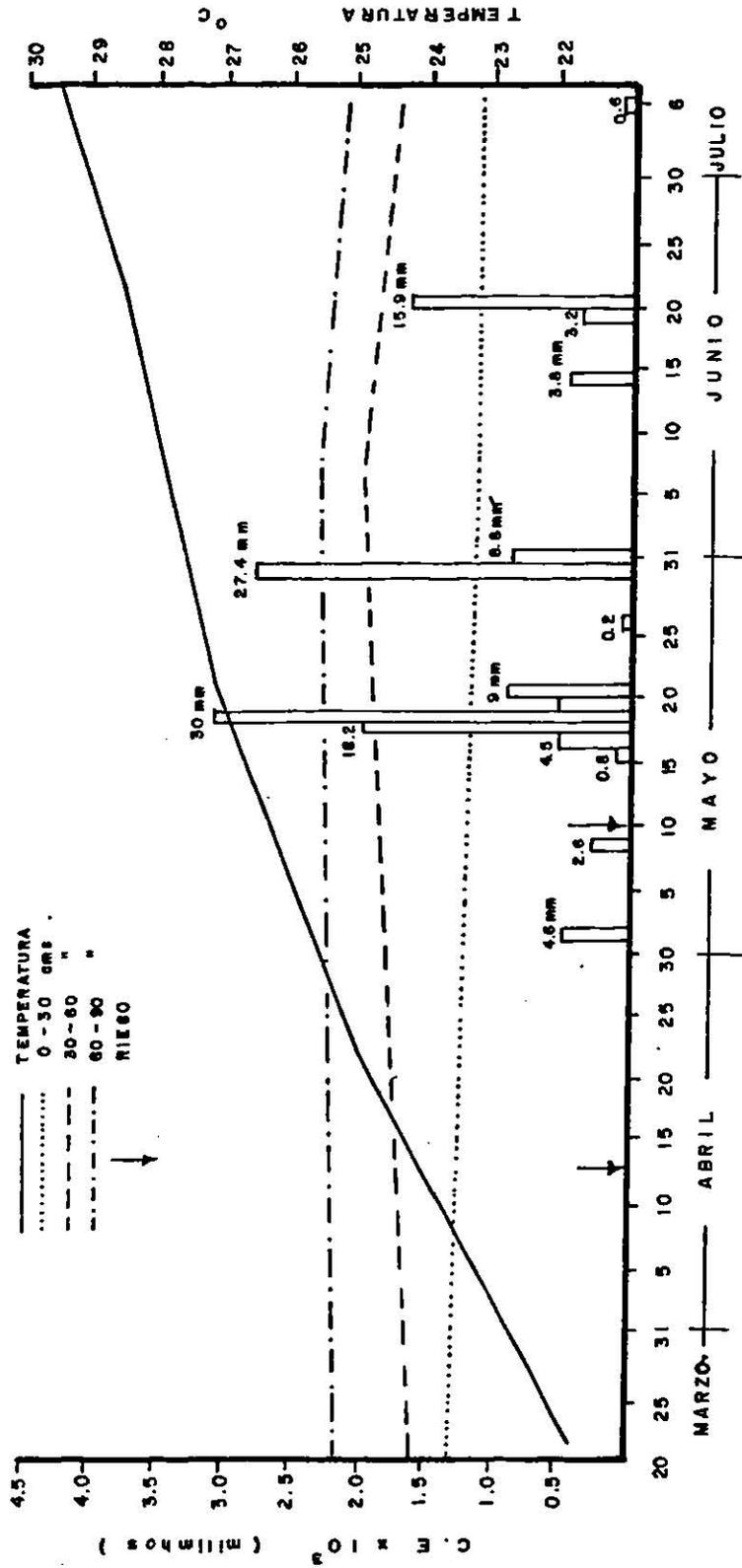


FIGURA 10- Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 7. Marín, N. L. 1984.

cena de Mayo éstas influyeron para que el contenido de sales en esos estratos disminuyeran.

La Figura 11, que corresponde al tratamiento 8, los estratos 0-30, 30-60 y 60-90 cms., muestran un comportamiento casi igual en todo el ciclo del cultivo, se puede explicar de la siguiente manera, en los meses de Marzo, Abril y parte de Mayo en los que no hay precipitación, pero posiblemente la temperatura influyó para aumentar el contenido de sales en los tres estratos, después de que se presentan las precipitaciones de Mayo el contenido de sales en los tres estratos disminuye debido a que aquí influyó más las precipitaciones para lixiviar a las sales.

La Figura 12, que corresponde al tratamiento 9, el estrato de 0-30 cms., muestra un incremento en el contenido de sales, en el período en que no hay precipitaciones, entonces, posiblemente aquí son las temperaturas las que influyen en dicho aumento, después de las precipitaciones que ocurren en la segunda quincena de Mayo el contenido de sales disminuye debido a que influyeron en la lixiviación de las sales en ese estrato.

El estrato de 30-60 cms., muestra una disminución en su contenido de sales debido a que posiblemente la temperatura influyó para distribuir las sales de este estrato al estrato superior, después de las precipitaciones que hay en Mayo el contenido de sales disminuye más.

El estrato de 60-90 cms., muestra un incremento en su

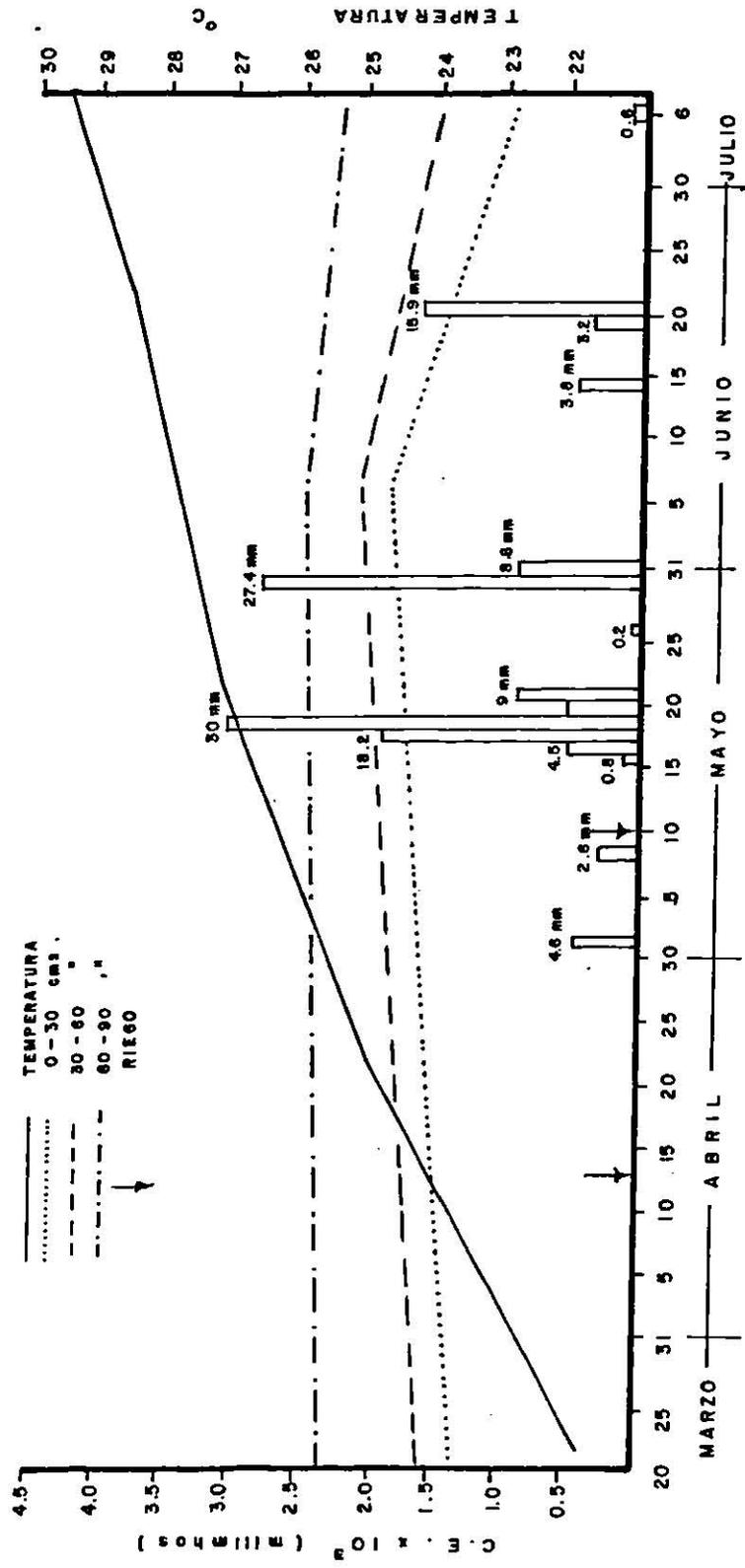


FIGURA 11 - Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fecha de muestreo para el tratamiento 8. Marín, N. L. 1984.

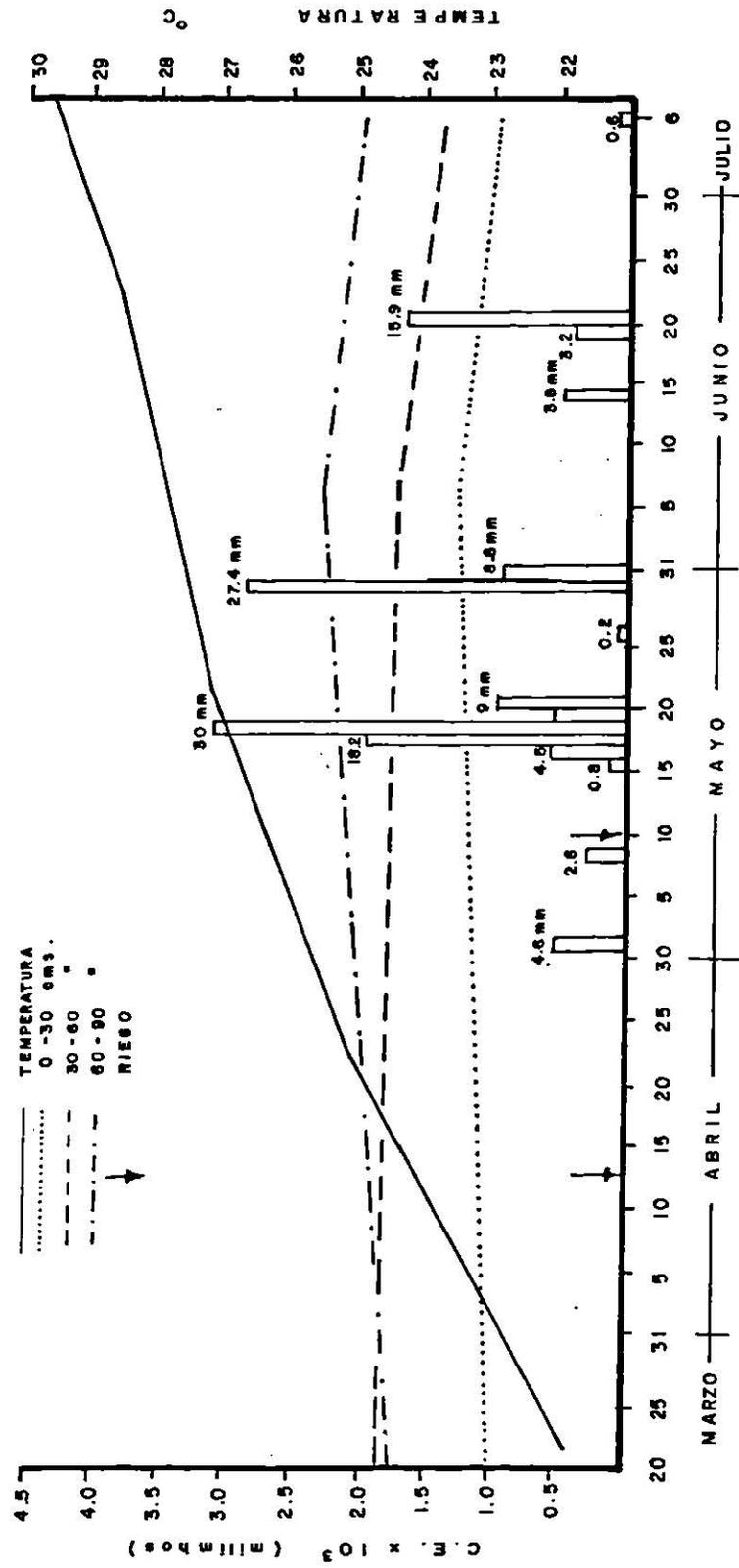


FIGURA 12 - Variación de la concentración de sales en el suelo de acuerdo a la precipitación pluvial, temperatura y fecha de muestreo - para el tratamiento 9. Marín, N. L. 1984.

contenido de sales en el período en que no ocurren precipitaciones por lo que influyeron posiblemente las temperaturas para aumentar el contenido, posteriormente después de que se presentan las precipitaciones de Mayo, el contenido de sales disminuye debido a las lixiviaciones de sales a estratos inferiores.

Discusión general de los tratamientos.-

En general los tratamientos mostraron un contenido constante o un ligero incremento en el contenido de sales en el estrato de 0-30 cm., en los meses de Marzo, Abril y parte de Mayo en los que no hubo precipitaciones y que posiblemente la temperatura influyó para mantener o incrementar el contenido de sales en ese estrato, después de que se presentaron las precipitaciones de Mayo y de Junio el contenido de sales disminuyó por el efecto de la lixiviación de las sales hacia estratos inferiores.

En general los estratos 30-60 y 60-90 cms., de la mayoría de los tratamientos mostraron un incremento en el contenido de sales en los meses de Marzo, Abril y parte de Mayo en que no se presentaron precipitaciones que pudieran lixiviar las sales de esos estratos, posiblemente la temperatura influyó para provocar un movimiento ascendente de las sales con la solución del suelo, y de esta manera aumentar el contenido de sales en esos estratos, posteriormente después de que se presentaron las precipitaciones de Mayo y Junio el contenido de sales disminuye.

En general en el estrato de 30-60 cms., fue donde se acumuló más cantidad de sal, debido posiblemente a la influencia de las precipitaciones que se presentaron y que influyeron para lixiviar las sales del estrato superior y colocarlos en ese estrato.

Tabla 5 - Comparación porcentual en cuanto a contenido de sales para los muestreos realizados el 20 de -- Marzo y el 6 de Junio de 1984. "Efecto del riego por surcos alternos y la fertilización química - sobre la acumulación de sales en el suelo". Ma- rín, N. L. 1984.

ESTRATO (cms.)	TRATAMIENTOS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-30 cms	7% (+)	2% (-)	41% (+)	2% (+)	2% (+)	29% (+)	12% (-)	14% (+)	26% (+)
30-60 cms	2% (-)	23% (+)	08% (+)	9% (+)	25% (+)	9.5% (+)	28% (+)	34% (+)	6% (-)
60-90 cms	15% (-)	10% (-)	6% (+)	23.5% (+)	9.5% (+)	19% (-)	7% (+)	9% (+)	32% (+)

(+) Significa incremento en el contenido de sales.

(-) Significa decremento en el contenido de sales.

Tabla 6 - Comparación porcentual en cuanto a contenido de sa- les para los muestreos realizados el 20 de Marzo y el 6 de Julio de 1984. "Efecto del riego por surcos al- ternos y la fertilización química sobre la acumula - ción de sales en el suelo". Marín, N.L. 1984.

ESTRATO (CMS)	TRATAMIENTOS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-30 cms	4% (+)	6% (-)	41% (+)	5% (-)	86% (+)	21% (+)	15% (-)	20% (-)	10% (-)
30-60 cms	13% (-)	0.5% (+)	16% (-)	14% (+)	27% (+)	5% (+)	10% (+)	2.5% (-)	24% (-)
60-90 cms	20% (-)	29% (-)	2% (-)	5.5% (+)	26% (+)	16% (-)	0.6% (+)	0.4% (-)	17% (+)

(+) Significa incremento en el contenido de sales.

(-) Significa decremento en el contenido de sales.

El tratamiento 1 de la tabla 5 muestra un incremento del 7% en su estrato de 0-30 cms., pero en los estratos - 30-60 y 60-90cms. decrecen en un 2% y un 15%, posiblemente en el estrato de 0-30 cms. influyó más la temperatura para aumentar la concentración de sales. Esto mismo lo - podemos observar en la tabla 6, en la cual el tratamiento 1 se comporta de igual manera, o sea, el estrato 0-30 cms. tiene un aumento del 4%, el estrato 30-60 cms. un decremento del 13% y el 60-90 cms. decrece en un 20%. Como se puede observar la precipitación que se presentó en los meses - de Mayo y Junio influyó para lixiviar sales ya que comparando el primer muestreo con el tercero se ve un decremento de la cantidad de sales.

En el tratamiento 2 de la Tabla 5, se observa que el - estrato 0-30 cms. su contenido de sales decrece en un 20%, en el estrato 30-60 cms., hay un aumento del 23% y en el estrato 60-90 cms. hay un decremento del 10%, se puede decir, que posiblemente en el estrato de 30-60 cms., influyeron -- las temperaturas junto con la escasa precipitación de Marzo y Abril que provocaron un movimiento ascendente de la solución del suelo. En la Tabla 6, el mismo tratamiento 2 muestra en el estrato 0-30 cms. un decremento del 6%, el estrato 30-60 muestra un incremento del 0.5% casi permanece constante y en el de 60-90 cms., se observa un decremento del 29%. Aquí se puede decir que las precipitaciones si influyeron en la - lixiviación de sales en el suelo ya que se ve un decremento en el tercer muestreo en comparación con el segundo.

El tratamiento 3 de la Tabla 5, muestra un incremento en sus 3 estratos que son del 41%, 0.8% y el 6%, podemos decir que posiblemente en las tres profundidades influyó la temperatura y la nula precipitación de Marzo y Abril para aumentar el contenido de sales. En la Tabla 6, el tratamiento 3 muestra un incremento de sales nada más en el estrato 0-30 cms., que se incrementó un 41% lo que no sucede con los estratos 30-60 y 60-90 cms los cuales disminuyen sus contenidos de sales en un 16% y un 2%, se puede decir que posiblemente la precipitación influyó en los estratos de 30-60 y 60-90 cms, y que en el estrato 0-30 cms. las temperaturas elevadas de Junio y Julio influyeron para retener las sales.

El tratamiento 4 de la Tabla 5 nos muestra en sus 3 estratos un incremento en el contenido de sales del 2%, 9% y del 23.5%, como se puede observar, es que posiblemente la temperatura influyó junto con la escasa precipitación para aumentar el contenido de sales. En la Tabla 6 el tratamiento 4 en el estrato 0-30 cms., hay una disminución del contenido de sales y decrece en un 5%, lo que no sucede con los estratos 30-60 y 60-90 cms. que muestran un incremento de sales del 14% y del 5.5%. Aunque estos dos estratos muestran un incremento se puede decir que posiblemente la precipitación sí influyó para lixiviar sales en que el tercer muestreo tiene menor cantidad de sales que el segundo.

En el tratamiento 5 de la Tabla 5, se observa que en los estratos 0-30, 30-60 y 60-90 cms., hay un aumento en el conte

nido de sales del suelo, esto a que posiblemente las temperaturas y la escasa precipitación influyeron para aumentar el contenido. Esto mismo lo podemos observar en la Tabla 6, que el tratamiento 5 muestra un incremento en los tres estratos que son del 86%, 27% y 26% respectivamente.

Cabe mencionar que en este tratamiento se nota un aumento en el tercer muestreo, esto se debió a que hubo influencia de una parcela experimental de este tratamiento la cual mostraba un aumento en su contenido de sales muy grande en sus tres muestreos.

El tratamiento 6 de la Tabla 5 muestra en el estrato 0-30 cms. un aumento del 29% en su contenido de sales, el estrato 30-60 cms., muestra también un incremento de 9.5% mientras que el estrato 60-90 cms. tiene un decremento del 19%, podemos decir que posiblemente para los dos primeros estratos la temperatura y la escasa precipitación influyeron para aumentar el contenido de sales y que en el estrato 60-90 no hubo mucha influencia de estos factores. Esto mismo se puede observar en la tabla 6 que el tratamiento 6 tiene un efecto igual, o sea que el estrato 0-30 cms. tiene un aumento del 21%, el 30-60 tiene un aumento del 5% y el estrato 60-90 cms., tiene un decremento del 16%, aquí podemos decir que posiblemente las precipitaciones de Mayo y Junio sí influyeron en la lixiviación de sales en estos estratos ya que haciendo una comparación entre el segundo y el tercer muestreo se ve que en este último la cantidad de sales decrece.

En el tratamiento 7 de la Tabla 5, el estrato 0-30 cms. tiene un decremento del 12%, el estrato 30-60 cms. muestra un aumento del 28% y el estrato 60-90 cms. también aumenta un 7%, se puede decir que la precipitación escasa y las temperaturas influyeron para aumentar el contenido de sales en los estratos 30-60 y 60-90 cms. La Tabla 6 muestra que el tratamiento 7 se comporta de igual manera, o sea, que en el estrato 0-30 cms. hay una disminución del 15%, en el estrato 30-60 y el de 60-90 cms. -- muestran un aumento del 10% y 0.6%, se puede decir que posiblemente las precipitaciones si tuvieron influencia en la lixiviación de sales, ya que en comparación con el segundo muestreo el tercero disminuye en su cantidad de sales del suelo.

En el tratamiento 8 de la tabla 5 se observa que en los tres estratos del suelo hay un aumento en el contenido de sales que es del 14% en el 0-30cm., 34% en el 30-60 cm. y 9% en el estrato de 60-90cms., posiblemente aquí en los tres estratos la escasa precipitación y las temperaturas influyeron para aumentar el contenido de sales. En la Tabla 6 el mismo tratamiento 8 muestra en sus tres estratos un decremento en el contenido de sales, ya que en el estrato 0-30 cm. hay un 20%, en el 30-60cm. un 2.5% y en el de 60-90cms. un 0.4%, se puede decir que las precipitaciones tuvieron que ver en la disminución de las sales del tercer muestreo.

El tratamiento 9 de la tabla 5, tiene en el estrato -

0-30 cm. un aumento del 26% mientras que el estrato 30-60 cm. hay un decremento del 6% y el estrato 60-90cm muestra un incremento del 32% en el contenido de sales. En la Tabla 6 el mismo tratamiento 9 muestra en el estrato 0-30cm. un decremento del 10%, igual sucede para el estrato 30-60 cm. el cual decrece un 24% mientras que el estrato 60-90cm hay un aumento del 17%, en sí; se puede decir que este tratamiento si tuvo influencia de la precipitación en el lavado de sales, ya que comparando el segundo con el tercer -- muestreo éste último tiene una menor cantidad de sales.

Discusión general de los tratamientos.-

En relación con el contenido de sales que tenían la mayoría de los tratamientos se puede observar que, este -- contenido bajó en comparación al primer muestreo, se puede decir que posiblemente las temperaturas altas si tuvieron efecto en la acumulación de sales de los estratos del suelo cuando no hay precipitaciones y que por lo tanto se provoca un movimiento ascendente de la solución del suelo junto con las sales disueltas, trayendo como consecuencia una acumulación de sales en el suelo.

La precipitación tiene efectos significativos sobre -- el movimiento de sales en los estratos estudiados, ya que -- después de que se presentaron las precipitaciones de Mayo y Junio el contenido de sales disminuye casi por debajo del -- contenido inicial del primer muestreo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de la realización de este trabajo de investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones:

1.- No hubo diferencia significativa en las diferentes dosis de fertilizante químico aplicado al suelo sobre la acumulación de sales en el suelo.

2.- No hubo diferencia significativa en los métodos de riego usados sobre la acumulación de sales en el suelo.

3.- De acuerdo al análisis de varianza no hubo diferencia significativa entre las diferentes épocas de muestreo sobre la acumulación de sales en el suelo.

4.- No hubo efecto de la salinidad del suelo sobre el rendimiento del cultivo en estudio (frijol).

5.- En general para todos los tratamientos el estrato que más acumulación de sales presentó fue el de 30-60 cms.

Recomendación:

1.- Debido a que las condiciones climatológicas son variables año con año, se recomienda continuar los trabajos de investigación en este campo.

R E S U M E N

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el municipio de Marín, N. L., con una altitud de 367.3 m.s.n.m. y sus coordenadas geográficas son 25° 53' Latitud Norte y 100° 03' Latitud Oeste del meridiano de Greenwich, durante el ciclo primavera-verano de 1984.

El objetivo principal de dicho trabajo fue combinar diferentes niveles de fertilización química con el método de riego por surcos alternos, para determinar si existe un incremento en la concentración de sales en el suelo al interactuar el sistema de riego y la fertilización en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.).

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar con arreglo factorial con 9 tratamientos, 3 profundidades y 3 repeticiones para tener un total de 81 unidades experimentales.

Las épocas en que se realizó el muestreo fue en la siembra, en la floración y en la cosecha, se muestreaba con una barrena de caja de 3" de \emptyset en el centro de la parcela experimental y se hacía a tres profundidades que eran 0-30 30-60 y 60-90 cms.

Para la determinación de la variable Conductividad Eléctrica se utilizó el extracto de saturación del suelo y

se determinaba su salinidad por medio del puente de Wheats
tone.

Con lo que respecta a los resultados se determinó lo
siguiente:

Para los tratamientos estudiados no hubo diferencia -
significativa en la variable Conductividad Eléctrica.

Con lo que respecta a los estratos estudiados el que
presentó mayor acumulación de sales a lo largo del ciclo
del cultivo fue el de 30-60 cms.

Se observó que las precipitaciones sí tuvieron influencia
en la acumulación de sales en los estratos estudiados,
ya que se tuvo menor cantidad de sales al final del ciclo
del cultivo que al principio.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo 1981. Some effects of deep plowing and fertilizing a Solonetz ic Soil under irrigation. Can J. - Soil. SCI. 61:157-160.
- 2.- Arredondo C., E. y A. Garza A. 1984. Estudio de la Salinidad de suelos y aguas del campo experimental de la F.A.U.A.N.L. en Marín, N.L. Tesis profesional. Fauanl. México.
- 3.- Biggar, J.W. Y.K.K. Tanji. 1977. Soil-salt interactions in relation to salt control. Transactions of - the asae. 20:68-74.
- 4.- Cope Jr., J.T. 1981. Effects of 50 years of fertilization with phospeorus and potassium on soil test - levels and yeld at six locations. Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 342-346.
- 5.- Chang, C. Y.M.Costerveld. 1981. Effects of long-term --- irrigation on soil salinity at selected sites in southern alberta. Can J. Soil Sci. 61:497-505.
- 6.- Donahue, Miller y Shickluna. 1981. Introducción a los sue- los y alcrecimiento de las plantas. 1a. edi - ción. Phi. Madrid, España. pp.263.
- 7.- Garza R., J.L. y J.M. Araujo H.1984. Estudio Agrológico de tallado del campo experimental de la F.A.U.A. N.L. tesis Profesional. Marín, N.L. México.
- 8.- Hummadi, Fangmeier y Tucker. 1975. Soluble salt and nitrate distribution in irrigated lettuce beds. - - - transactions of the asae. 18:686-689.

- 9.- Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Limusa. México, pp. 172.
- 10.- Lombin, G. 1981. The effects of continuous fertilization on nutrient balance and crop yield in the northern Nigerian savanna: A preliminary assessment. Can. J. Soil Sci. 61:55-65.
- 11.- Lozano V., J.M. 1980. Influencia del agua de riego sobre la calidad del suelo. Tesis profesional F. A.U.A.N.L. Marín, N.L. México.
- 12.- Martínez A., R. 1981. Efecto de la lámina de riego sobre la concentración de sales del suelo en el cultivo de trigo en la región de Marín, N.L. Tesis profesional. F.A.U.A.N.L. Marín, N.L. México.
- 13.- Ortega T., E. 1981. Química de Suelos. U.A.CH. Chapingo México pp.417.
- 14.- Ortiz Villanueva, B. 1977. Fertilidad de suelos. U.A.CH. Chapingo, México. pp. 210.
- 15.- Palacios V., D. 1980. Notas sobre la prevención y combate del empantanamiento y ensalitramiento de terrenos agrícolas. C.P. Escuela Nacional de Agricultura. pp. 244.
- 16.- Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Agrícola Española S. A. Madrid, España.
- 17.- Rectorik, R.J., R.R. Allen y L. Lyles. 1976. Surface modifications for water management and salinity control in a nonirrigated area. Transactions of the asae. 19: 699-703.
- 18.- Rodríguez G., F. y S. A. Gavande. 1976. Evaluación de características edáficas, hidrológicas y climáticas.

máticas con fines de producción de algunos cultivos en zonas áridas. U.A.A.A.N. Vol.2 Núm. 7.

- 19.- Sammis, Weeks y Hanson. 1979. Influence of irrigation - - Methods on salt accumulation in row crops. transactions of the asae. 22:791-796.
- 20.- Gavande, S. A. 1972. Física de suelos. 1a. edición Limusa. México. pp. 351.
- 21.- Sánchez A., E. 1983. Apuntes de manejo y aplicación de -- fertilizantes. F.A.U.A.N.L. Marín, N.L. -- México.
- 22.- Thorne y Peterson. 1963. Técnica del Riego: Fertilidad y explotación de los suelos. Cecsa. México, D. F. pp.496.
- 23.- Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1982. Fertilidad de los -- suelos y fertilizantes. Uteha. México, D. F., pp.760.
- 24.- Trisoldi, A. 1967. El Riego: Planificación y práctica.- Aedos. Barcelona, España. pp.264.
- 25.- Withers, B. y Stanley V. 1978. El Riego: Diseño y práctica. 1a. edición. Diana. México.

A P E N D I C E

TABLA 7 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 0-30 cms., de la fecha 20 de Marzo de 1984. Marín N.L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.	F. Teórica		
					0.05	0.01	
Bloque	2	0.9244	0.2147	2.1218	N.S.	3.63	6.23
Tratamiento	8	0.0191	0.1274	1.2589	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	0.3379	0.1689	1.6698	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	0.6712	0.3356	3.3169	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	0.0099	0.0025	0.0245	N.S.	3.01	4.77
Error	16	1.6189	0.1012				
Total	26	48.2824					

N. S. = No significativo

% C.V. = 27.96%

TABLA 8 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 30-60 cms., de la fecha 20 de Marzo de 1984. Marín, N.L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.	F. Teórica		
					0.05	0.01	
Bloque	2	1.0413	0.5206	1.4729	N.S.	3.63	6.23
Tratamiento	8	1.1396	0.1424	0.4029	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	0.4417	0.2209	0.6248	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	0.0982	0.0491	0.1390	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	0.5995	0.1499	0.4240	N.S.	3.01	4.77
Error	16	5.6560	0.3535				
Total	26	96.5815					

N.S. = No Significativo

% C.V. = 44.15%

TABLA 9 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 60-90 cms. de fecha 20 de Marzo de 1984. Marín, N.L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.		F. Teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	1.3322	0.6661	3.1153	N.S.	3.63	6.23
Tratamiento	8	1.9037	0.2379	1.1129	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	1.1758	0.5879	2.7495	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	0.4247	0.2123	0.9931	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	0.3031	0.0758	0.3544	N.S.	3.01	4.77
Error	16	3.4211	0.2138				
Total	26	153.3307					

N.S. = No Significativo

% C.V. = 30.28%

TABLA 10 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 0-30 cms. de la fecha 6 de junio de 1984. Marín, N.L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.		F. Teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	0.3530	0.1765	0.6174	N.S.	3.63	6.23
Tratamiento	8	1.4012	0.1751	0.6125	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	0.4588	0.2249	0.8024	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	0.2588	0.1294	0.4526	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	0.6835	0.1708	0.5976	N.S.	3.01	4.77
Error	16	4.5747	0.2859				
Total	26	64.4970					

N.S. = No Significativo

% C.V. = 44.13 %

TABLA 11 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 30-60 cm. de la fecha 6 de Junio de 1984. Marín N.L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.	F. teórica		
					0.05	0.01	
Bloque	2	1.2203	0.6102	2.4050	N.S.	3.63	6.23
Tratamiento	8	1.1834	0.1479	0.5830	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	0.1114	0.0557	0.2196	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	0.6874	0.3437	1.3548	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	0.3844	0.0961	0.3788	N.S.	3.01	4.77
Error	16	4.0593	0.2537				
Total	26	118.9896					

N.S. = No Significativo

% C.V. = 35.25 %

TABLA 12 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 60-90 cms. de la fecha 6 de Junio de 1984, Marín. N.L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.	F. teórica		
					0.05	0.01	
Bloque	2	1.3294	0.6647	2.6377	N.S.	3.63	6.23
Tratamiento	8	1.9649	0.2456	0.9746	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	0.8214	0.0410	0.1629	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	0.3567	0.1783	0.7077	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	1.5261	0.3815	1.5139	N.S.	3.01	4.77
Error	16	4.0320	0.2520				
Total	26	164.9137					

N.S. = No Significativo

% C.V. = 32.29 %

TABLA 13 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 0-30cm. de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín N. L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.		F. teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	0.6676	0.3338	1.6643	N.S.	3.63	6.23
Tratamiento	8	5.6432	0.7054	3.5171	*	2.59	3.89
Riego	2	2.1424	1.0712	5.3412	*	3.63	6.23
Fertilización	2	0.9214	0.4607	2.2972	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	2.5792	0.6448	3.2150	*	3.01	4.77
Error	16	3.2089	0.2005				
Total	26	64.6464					

* = Significativo

% C.V. = 37.46%

N.S. = No Significativo

TABLA 14 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 30-60 cms. de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín, N.L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.		F. Teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	3.3324	1.6662	3.8337	*	3.63	6.23
Tratamiento	8	6.6305	0.8288	1.9069	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	2.8579	1.4289	3.2877	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	1.5092	0.7546	1.7362	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	2.2634	0.5658	1.3019	N.S.	3.01	4.77
Error	16	6.9540	0.4346				
Total	26	113.0994					

* = Significativo

% C.V. = 32.33 %

N.S. = No Significativo

TABLA 15 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 60-90 cms. de la fecha 6 de julio de 2984. Marín, N.L.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.		F. Teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	2.8850	1.4425	6.1006	*	3.63	6.23
Tratamiento	8	3.7074	0.4630	1.9584	N.S.	2.59	3.89
Riego	2	0.8641	0.4320	1.8273	N.S.	3.63	6.23
Fertilización	2	0.5133	0.2566	1.0855	N.S.	3.63	6.23
Riego X Fert.	4	2.3272	0.5818	2.4605	N.S.	3.01	4.77
Error	16	3.7832	0.3264				
Total	26						

* = Significativo

% C.V. = 32.33 %

N.S. = No Significativo

TABLA 16 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 0-30 cms. para las 3 fechas de muestreo. Marín, N.L. 1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.		F. Teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	0.3063	0.1532	0.7553	N.S.	3.18	5.06
Riego	2	1.5607	0.7804	3.8478	*	3.18	5.06
Fertilización	2	1.3878	0.6940	3.4214	*	3.18	5.06
Muestreo	2	0.4487	0.2243	1.1063	N.S.	3.18	5.06
Riego X Fert.	4	0.9661	0.2415	1.1909	N.S.	2.56	3.72
Riego X muestreo	4	1.3784	0.3446	1.6992	N.S.	2.56	3.72
Fert. X Muestreo	4	0.4637	0.1159	0.5716	N.S.	2.56	3.72
R X F X M	8	2.3066	0.2883	1.4216	N.S.	2.13	2.88
Error	52	10.5463	0.2028				
Total	80	177.4258					

* = Significativo

% C.V. = 38.10 %

N.S. = No Significativo

TABLA 17 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 30-60 cms. para las 3 fechas de muestreo. Marín, N. L. 1984.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.		F. teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	4.4812	2.2406	6.5521	**	3.18	5.06
Riego	2	1.6023	0.8012	2.3428	N.S.	3.18	5.06
Fertilización	2	1.2913	0.6456	1.8881	N.S.	3.18	5.06
Muestreo	2	0.7375	0.3667	1.0725	N.S.	3.18	5.06
Riego X Fert.	4	2.2809	0.5702	1.6675	N.S.	2.56	3.72
Riego X Muest.	4	1.8087	0.4521	1.3223	N.S.	2.56	3.72
Fer. X. Muest.	4	1.0036	0.2510	0.7337	N.S.	2.56	3.72
R X F X M	8	0.9665	0.1208	0.3533	N.S.	2.13	2.88
Error	52	17.7823	0.3420				
Total	80	328.6705					

** = Más Significativo

% C.V. = 42.27%

N.S. = No Significativo

TABLA 18 - Análisis de Varianza para Conductividad Eléctrica para el estrato 60-90 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N. L. 1984.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.		F. teórica	
						0.05	0.01
Bloque	2	2.7571	1.3785	5.1107	**	3.18	5.06
Riego	2	1.0388	0.5149	1.9257	N.S.	3.18	5.06
Fertilización	2	1.2603	0.6301	2.3363	N.S.	3.18	5.06
Muestreo	2	0.3201	0.1601	0.5935	N.S.	3.18	5.06
Riego X Fert.	4	2.1137	0.5284	1.9590	N.S.	2.56	3.72
Riego X Muest.	4	1.0832	0.2708	1.0040	N.S.	2.56	3.72
Fert. X Muest.	4	0.0280	0.1039	0.3853	N.S.	2.56	3.72
R X F X M	8	2.0492	0.2561	0.9496	N.S.	2.13	2.88
Error	52	14.0261	0.2697				
Total	80	466.7976					

** = Más Significativo

% C.V. = 11.54 %

N.S. = No Significativo

TABLA 19 - Comparación de medias por Tukey para los -
diferentes riegos del estrato 0-30. cms.,
de la fecha 6 de Julio de 1984. Marín. N.
L.

RIEGO	Media de la C.E. (Milimhos/cm.)	0.05	0.01
R ₁	1.646	a	a
R ₀	1.608	a	a
R ₂	1.031	b	b

TABLA 20 - Comparación de medias por Tukey para las -
diferentes dosis de fertilización del estra
to 0-30 cms., de la fecha 6 de Julio de - -
1984. Marín, N. L.

FERTILIZACION	Media de la C. E. (Milimhos/cm.)	0.05	0.01
F ₁	1.688	a	a
F ₀	1.320	b	b
F ₂	1.276	b	b

TABLA 21 - Comparación de medias por Tukey para los diferentes riegos del estrato 0-30 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N. L. 1984

RIEGO	Media de la C. E. (milimhos/cm.)	0.05	0.01
R ₀	1.567	a	a
R ₁	1.395	a b	a
R ₂	1.227	b	a

TABLA 22 - Comparación de medias por Tukey para las diferentes dosis de fertilización del estrato 0-30 cms., para las 3 fechas de muestreo. Marín, N. L. 1984.

FERTILIZACION	Media de la C. E. (milimhos/cm.)	0.05	0.01
F ₁	1.572	a	a
F ₀	1.360	a b	a
F ₂	1.275	b	a

