

"RESPUESTA DEL TRIGO A LA ADICION DE
NITROGENO EN SUELOS SALINOS"

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Sergio Otero Carrillo

Como requisito parcial para obte-
ner el título de Ingeniero Agróno-
mo especialista en Ingeniería Agrí-
cola.

Marzo de 1967.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



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

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	4
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	16
DISCUSION.....	24
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	28
APENDICE.....	30

INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

	Pag.
Cuadro 1. Dosis de nitrógeno y concentración de sales solubles para cada tratamiento....	11
Cuadro 2. Altura promedio de las plantas, tamaño de la espiga, peso del grano y rendimiento promedio en gramos.....	16
Cuadro 3. Análisis de Varianza de los rendimientos.....	31
Cuadro 4. Diferencias entre totales de concentraciones salinas.....	31
Gráfica 1. Relación concentración salina - Rendimiento.....	19
Gráfica 2. Relación dosis de fertilizante - rendimiento.....	20
Gráfica 3. Relación tratamiento - rendimiento.....	21
Gráfica 4. Relación concentración salina - tamaño de espiga.....	22
Gráfica 5. Relación concentración salina - altura de la planta.....	23

INTRODUCCION

En las regiones áridas y semi-áridas, las sales solubles tienden a acumularse en el suelo debido a la escasa precipitación que resulta insuficiente para lavar y transportar las sales fuera de la zona radicular; así como también a la elevada evaporación característica del clima árido, que tiende a concentrar las sales en el suelo y en el agua superficial. Lo anterior trae como consecuencia un aumento en la presión osmótica de la solución del suelo, dificultando con ello la toma de agua y nutrientes necesarios para el normal desarrollo de los cultivos (1).

Debido a las condiciones de clima que prevalecen en el Noroeste de México y otras regiones, así como el origen de sus suelos, manejo de los mismos, fuente y calidad de las aguas que se usan para riego, tipos de drenaje y otros factores que intervienen en sus propiedades físicas y químicas, se pueden originar condiciones de salinidad o de sodio acumulado, o de ambas que ocasionen un detrimento a la producción agrícola regional.

Teniendo en consideración que la salinidad se ha presentado en la mayor parte de las regiones agrícolas del Noroeste, y la inmediata atención que esta requiere; así como la necesidad de conservar y mejorar las características favorables de nuestros suelos agrícolas para la producción constante de buenas cosechas, se ha creado la

necesidad ineludible de realizar investigaciones y estudios que nos permitan resolver este problema.

En aquellos lugares en donde solo se dispone de agua de baja calidad, o donde no son económicos ni el establecimiento de drenajes artificiales ni la recuperación en gran escala por los métodos convencionales conocidos como es el lavado de los suelos para remover la sal acumulada; es posible poner en práctica sistemas adecuados a la agricultura de suelos salinos.

La selección de cultivos tolerantes a las sales, la aplicación de mejoradores químicos, métodos de riego que permitan uniformidad en su aplicación y el movimiento hacia abajo del agua a través del suelo, así como la aplicación de fertilizantes, y ciertas prácticas culturales, pueden reducir la severidad del efecto de las sales.

El comportamiento de los fertilizantes en los cultivos que se desarrollan en suelos salinos ha sido estudiado últimamente en experimentos hechos en invernaderos y ha mostrado resultados positivos. Poco ha sido el trabajo hecho en el mundo sobre este aspecto de la salinidad del suelo y lo estudiado sostiene el concepto de que los fertilizantes ayudan al control de la salinidad bajo determinadas circunstancias.

De acuerdo con las anteriores consideraciones se planeó y ejecutó el presente trabajo, cuyo propósito es el de observar el comportamiento del trigo ante la apl'

cación de diversas dosis de nitrógeno en suelos de diferente concentración de sales solubles. El trigo se seleccionó para este estudio debido a su gran importancia económica y por estar clasificado como cultivo medianamente tolerante a la salinidad (entre 6-10 mmhos/cm. a 25° C. reduce los rendimientos en un 50 %) (2).

LITERATURA REVISADA

En suelos salinos la presencia de cantidades apreciables de sales solubles hace más difícil para la planta la obtención de agua, debido a que incrementa la presión osmótica de la solución del suelo, ya que las plantas toman agua por la diferencia de presiones entre el pelo radicular y dicha solución. De lo anterior se deduce que cuando la solución es muy concentrada su presión será igual o mayor que la de la célula, en cuyo caso el agua no será absorbida sino, por el contrario, se moverá en dirección contraria, plasmolizándose el pelo radicular, reduciéndose el crecimiento de la planta en proporción al incremento de la presión osmótica de la solución nutriente, por lo tanto la planta está sujeta a la sequía provocada por el clima y a la sequía fisiológica debido a la difícil absorción del agua del suelo (9).

Las sales solubles pueden causar también una descomposición de sustancias protéicas, con formación de compuestos volátiles del tipo del amoníaco, de acción tóxica para las plantas (12).

El laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, define suelo salino como aquel cuya conductividad eléctrica del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm. a 25° C. con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15, y con un pH generalmente menor de 8.5 (13).

Las características químicas de los suelos salinos quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de sales presentes, que controlan la presión osmótica de la solución del suelo. El sodio rara vez representa más de la mitad del total de los cationes y por lo tanto, no es absorbido en forma importante. La cantidad relativa de calcio y magnesio presentes en la solución del suelo y en el complejo de intercambio, varían considerablemente. El potasio soluble y el intercambiable son constituyentes de menor importancia. Los aniones principales son el cloruro, el sulfato y a veces el nitrato. Pueden presentarse pequeñas cantidades de bicarbonato, pero invariablemente los carbonatos solubles casi no se encuentran. Pueden estos suelos contener sales de baja solubilidad, como el sulfato de calcio (yeso) y carbonatos de calcio y magnesio (caliza) (6).

Grinfeld estudiando suelos de zonas áridas, observó que el nitrógeno es frecuentemente el elemento mayor inicialmente requerido por las plantas pero después de algunos años de cultivo, el fósforo y el potasio pueden llegar a ser necesarios para la planta. Examinó la capacidad productiva de los diferentes horizontes de suelos afectados por sales y encontró que, si se fertiliza y se riega adecuadamente, cada horizonte puede producir bien y que es quizás superfluo indicar que la fertilización de un suelo extremadamente afectado por sales no será re

munerativo (3).

Malinkin halló poco o nada de efecto en la aplicación de minerales o fertilizantes orgánicos a suelos salinos. Sin embargo, cuando la salinidad fué reducida por lavado, el rendimiento pudo incrementarse por medio de la fertilización (3).

Heiman resalta la importancia de la fertilización con potasio para restringir la absorción del exceso de sodio por las plantas. Aumentando la absorción de sodio (asociado con la disminución en potasio) en la mayoría de los cultivos, no parece ser el responsable del daño provocado por las sales en la alteración del crecimiento. Donde hay daño de sodio, como los frutales sensibles a este elemento, aumentando el nivel del potasio más arriba que los niveles normales en la ausencia de altos niveles de sodio, se causa propiamente daño en vez de un mejoramiento (3).

Shimose estudió el efecto del cloro en la absorción de fósforo en cultivos hidropónicos, y concluyó que una alta concentración de cloro en solución no permite que el fósforo se acumule en las hojas viejas, las cuales mostraron marcadamente un bajo contenido de fósforo por gramo de material vegetal seco (3).

Geraldson sugiere que el calcio deberá ocupar un gran porcentaje del total de sales solubles en las soluciones de suelo, y que este porcentaje deberá ser mayor

en las soluciones más concentradas. De varios cationes complementarios, el sodio afecta menos la absorción de calcio que los otros cationes, así que un porcentaje más alto de sodio o calcio puede ser tolerado que para otros cationes complementarios (3).

Corbett y Gausman examinaron las interacciones de cloro con sulfato y fosfato en la nutrición de las plantas. En la ausencia de cloro se desarrollaron los síntomas de la deficiencia de este elemento, lo cual fué controlado por todos los niveles de cloro agregado. Los tratamientos de menor concentración causaron un gran decremento de fósforo en la parte superior de la planta y en las raíces, y marcado decremento de sulfato ocurrió en la parte superior de la planta con todos los niveles agregados de cloro. Decrementos mayores de este elemento no afectaron significativamente el contenido de sulfato y fosfato (3).

El efecto de la salinidad en la absorción y utilización de nutrientes esenciales para la planta es una materia muy compleja, debido a que diferentes especies responden de diversas formas. Muchos de los efectos descritos anteriormente han sido revisados por Bernstein y Hayward (4). Este incluye condiciones tales como deficiencias de calcio inducidas por los sulfatos y deficiencias de potasio inducida por el calcio.

El efecto de la salinidad en los microorganismos

del suelo ha sido poco estudiado hasta la fecha. De particular interés, por supuesto, es la fijación de nitrógeno por estos organismos. Bernstein (3) ha observado casi una completa falla para el desarrollo de los nódulos en frijol soya, cuando la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo alrededor de las raíces excedía a 7 mmhos/cm. Filippova reportó que la bacteria de los nódulos de alfalfa de los suelos salinos y sódicos fueron en ambos, resistentes a las sales (3). Iswaran y Sen estudiaron la tolerancia de Azotobacter a las sales, aislandola de suelos de diferente concentración salina; entre más salino el suelo, menos afectados fueron los organismos por el cloruro de sodio agregado al medio. Algunas tensiones fueron activadas en la fijación de nitrógeno con concentraciones de cloruro de sodio hasta de 2 por ciento (3).

La fertilización excesiva generalmente da origen a la salinidad. La salinidad atribuida al exceso de fertilizante que se presenta en condiciones de invernadero, puede también ocurrir como resultado de la fertilización bajo condiciones de campo. Dubetz (3) en pruebas de laboratorio, halló que la fertilización fué mas dañina para las plantas en bajos niveles de humedad (de un cuarto a un medio del rango de humedad aprovechable) que en un alto contenido de humedad. Sin fertilización, el nivel de humedad del suelo no tuvo efecto en la germinación.

Las aplicaciones continuas de nitrato de sodio o sulfato de amonio en un experimento realizado durante 27 años sobre fertilización, en la Estación Experimental de Cítricos de Riverside, California, han producido marcado efecto en la estructura del suelo y en la acumulación de sales. En contraste el nitrato de calcio, estiércol y otros materiales orgánicos no empeoraron la estructura del suelo. Los tratamientos de nitrato de sodio aumentaron el porcentaje de sodio soluble y de sodio intercambiable del suelo en comparación al valor inicial, habiendo también un incremento en la salinidad. Las aplicaciones de yeso y de carbonato de calcio en el caso del sulfato de amonio y la fertilización de parcelas con nitrato de sodio respectivamente, tienden a compensar el efecto de los daños de estos fertilizantes (10).

Una permeabilidad deficiente, es un factor frecuente que causa acumulación de sales en determinadas áreas. Excesiva humedad en los suelos y una pobre aereación (condición anaeróbica) se consideraron los responsables de la solubilización y movimiento del hierro de los horizontes bajos (3).

Dregne (7) realizó en la Universidad del Estado de Nuevo México una serie de experimentos en invernadero con el objeto de estudiar el efecto de la aplicación de sales y fertilizantes en cebada, algodón y frijol. Dicho investigador observó mejores rendimientos en los 3

cultivos a altos niveles de fertilidad en presencia de baja a moderada cantidad de sal en el suelo; la cebada fué la más tolerante a las sales, seguida del algodón y frijol; y bajos niveles de sal estimularon los rendimientos de cebada y algodón pero no del frijol. En un trabajo similar encontró que la cebada responde al nitrógeno, fósforo y potasio en forma similar en suelos salinos y no salinos (8).

MATERIAL Y METODOS

Con el objeto de determinar el comportamiento del trigo al aplicarle diferentes dosis de nitrógeno en suelos de distinta concentración de sales solubles, se desarrolló el presente trabajo, utilizando para tal objeto el invernadero y el laboratorio de suelos de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

Para llevar a efecto dicho estudio, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, con 3 repeticiones y 16 tratamientos, y se dejaron 8 plantas por maceta. El número total de macetas fué de 48.

El Cuadro 1 muestra las dosis de nitrógeno y la concentración de sales solubles por tratamiento.

Cuadro 1. Dosis de nitrógeno y concentración de sales solubles para cada tratamiento.

Tratamiento	Dosis de Nitrógeno kg/Ha.	Concentración de sales solubles mmhos/cm. a 25° C.
A	0	0
B	60	0
C	120	0
D	180	0
E	0	4
F	60	4
G	120	4
H	180	4
I	0	8
J	60	8
K	120	8
L	180	8
M	0	12
N	60	12
O	120	12
P	180	12

La fuente proveedora de nitrógeno fué nitrato de amonio con 33.5 por ciento de nitrógeno; y para la preparación de la solución salina se siguieron las recomendaciones de Lagerwerf (11) usándose el cloruro de sodio y el cloruro de calcio en igual cantidad en peso, con el objeto de evitar la acumulación de sodio en el suelo.

Se usaron macetas de 20 cm. de diámetro por 20 cm. de altura, a las cuales se les aplicó una capa de pintura ahulada para evitar la destrucción de las mismas por las sales y darle a la vez una completa impermeabilización con el objeto de mantener en una forma constante la concentración salina deseada y proporcionarle a la maceta una mayor consistencia; las macetas tenían una capacidad de 4.5 kg. de tierra.

A la tierra usada se le adicionó arena y materia orgánica ("peat moss") para conservar la textura del suelo y facilitar un buen drenaje. Se pesó exactamente la cantidad de tierra adicionada a cada maceta, ya que fué la base del cálculo de la cantidad de fertilizante. Las características físico-químicas del suelo empleado según los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio son las siguientes: textura de migajón arenoso; con un porcentaje de saturación de 30 por ciento; porcentaje de materia orgánica 1.0 % que viene a ser bajo; la concentración de sales solubles alcanzó un valor de 1.4 mmhos. por cm. a 25° C. y la lectura registrada en el potenció-

metro dió un pH de 7.5, indicando los dos últimos conceptos que se trata de un suelo ligeramente alcalino y sin problema de sales solubles.

También se realizó un análisis para determinar la calidad del agua de riego siguiendo el criterio de Wilcox (14) (agua de la llave); los resultados dan una concentración de 746 p.p.m. de sólidos totales disueltos; una conductividad eléctrica de 1,032 micromhos/cm. a 25° C. y 9.7 mili equivalentes de $Ca^{++} + Mg^{++}$ por litro; clasificándose por lo anterior como agua de alta salinidad y bajo contenido de sodio.

La siembra se realizó el día 25 de noviembre; la variedad usada fué "Pénjamo 62", se le aplicó a todos los tratamientos un litro de agua de la llave ya que la salinización se inició una vez que estaba bien establecido el cultivo, debido a que la sensibilidad de éstos a las sales es mayor durante su germinación (5), la nacencia se registró el día primero de diciembre habiendo sido bastante buena y uniforme.

El primer riego de auxilio fué aplicado el día 8 de diciembre, y fué hecho con la solución salina correspondiente para cada maceta, principiando los tratamientos en lo que a salinidad respecta. Los riegos subsecuentes fueron convencionales y se aplicaron según lo requería la planta.

Cuando las macetas dejaron de drenar después del

primer riego, se aplicó una tercera parte de la solución nutrientes; ya que ésta fué dividida en 3 aplicaciones, debido a que los riegos se daban pesados para remover las sales y mantener las concentraciones salinas al nivel deseado; el resto del fertilizante se aplicó en los dos siguientes riegos y siempre después que dejaban de drenar las macetas.

Periódicamente se aplicaba medio litro de agua de la llave a todos los tratamientos, con el fin de regular el contenido de sales de la zona radicular; una vez que se infiltraba el agua mencionada, se regaba con las concentraciones salinas que le correspondían a cada maceta.

Semanalmente se efectuó una rotación de las macetas con el fin de que todas estuviesen bajo las mismas condiciones ambientales.

En un principio el crecimiento de la planta fué excesivo debido principalmente a la poca luz que proporcionaba el invernadero, por lo que fué necesario despinarlo y podar las plantas; posteriormente se hizo un aclareo dejando 8 plantas por maceta.

Durante el mes de febrero se presentó una infestación de pulgón de un grado de intensidad medio, controlándose perfectamente mediante la aplicación de 8 centímetros cúbicos de parathion metílico de 10 litros de agua.

Durante el desarrollo del cultivo se hicieron anota

ciones con el objeto de determinar todas aquellas características morfológicas de interés tales como: días transcurridos al macollamiento, a la madurez, altura de la planta, tamaño de la espiga y color del grano. Sin embargo, algunos problemas se presentaron durante el desarrollo del experimento que dificultaron la toma exacta de datos.

Una vez obtenida la madurez de todos los tratamientos, se procedió al corte del trigo, considerándose todas las plantas que hubo por maceta, determinándose posteriormente el peso del grano, peso de la paja, tamaño de la planta y tamaño de la espiga.

Finalmente se llevó a cabo la interpretación estadística, efectuándose para ello primeramente el análisis de varianza de los rendimientos.

RESULTADOS

Con el objeto de evaluar el comportamiento del trigo, en las distintas dosis de fertilizante nitrogenado y concentraciones de sales solubles utilizados, se presentan a continuación los resultados siguientes:

Cuadro 2. Altura promedio de las plantas, tamaño de la espiga, peso del grano y rendimiento promedio.

Trata- miento	Concent. Salina mmhos/cm.	Dosis N Kg/Ha.	Alt. planta en cm.	Tam. Esp. cm.	Peso grano en g.	Promedio Rend. en g.
A	0	0	63.0	7.70	8.46	
B	0	60	64.0	8.00	9.31	9.18
C	0	120	67.0	8.10	9.43	
D	0	180	66.0	8.30	9.56	
E	4	0	61.0	6.70	6.67	
F	4	60	60.0	7.30	7.12	7.12
G	4	120	61.0	7.70	7.39	
H	4	180	62.0	7.40	7.37	
I	8	0	48.0	5.50	3.09	
J	8	60	47.0	5.60	3.38	3.20
K	8	120	47.0	5.40	3.30	
L	8	180	48.0	5.40	3.04	
M	12	0	40.0	4.40	1.57	
N	12	60	40.0	4.40	1.57	1.55
O	12	120	40.0	4.50	1.61	
P	12	180	39.0	4.20	1.47	

En el cuadro 2 se nota claramente la disminución de la altura de la planta, del tamaño de la espiga y del rendimiento a medida que aumenta la concentración salina, notándose en forma considerable el efecto dañino de las sales. Se puede observar también que en una misma concentración salina no hay diferencia entre los factores anteriormente mencionados al aumentar la dosis de nitrógeno, por lo que aparentemente se puede decir que el

efecto benéfico del fertilizante es casi nulo.

Al efectuar el análisis de varianza de los rendimientos (ver cuadros 3 y 4 en el apéndice), se aprecia que la F obtenida tanto para el factor tratamientos y como para la concentración salina, es muy superior al de F para 1% de la tabla de Fisher, por lo que se concluye que la probabilidad de que las diferencias entre los promedios de los tratamientos y concentración salina se deban al azar, es inferior a 1%; entonces las diferencias se deben a que los tratamientos y las distintas concentraciones de sales solubles son entre sí significativamente distintas.

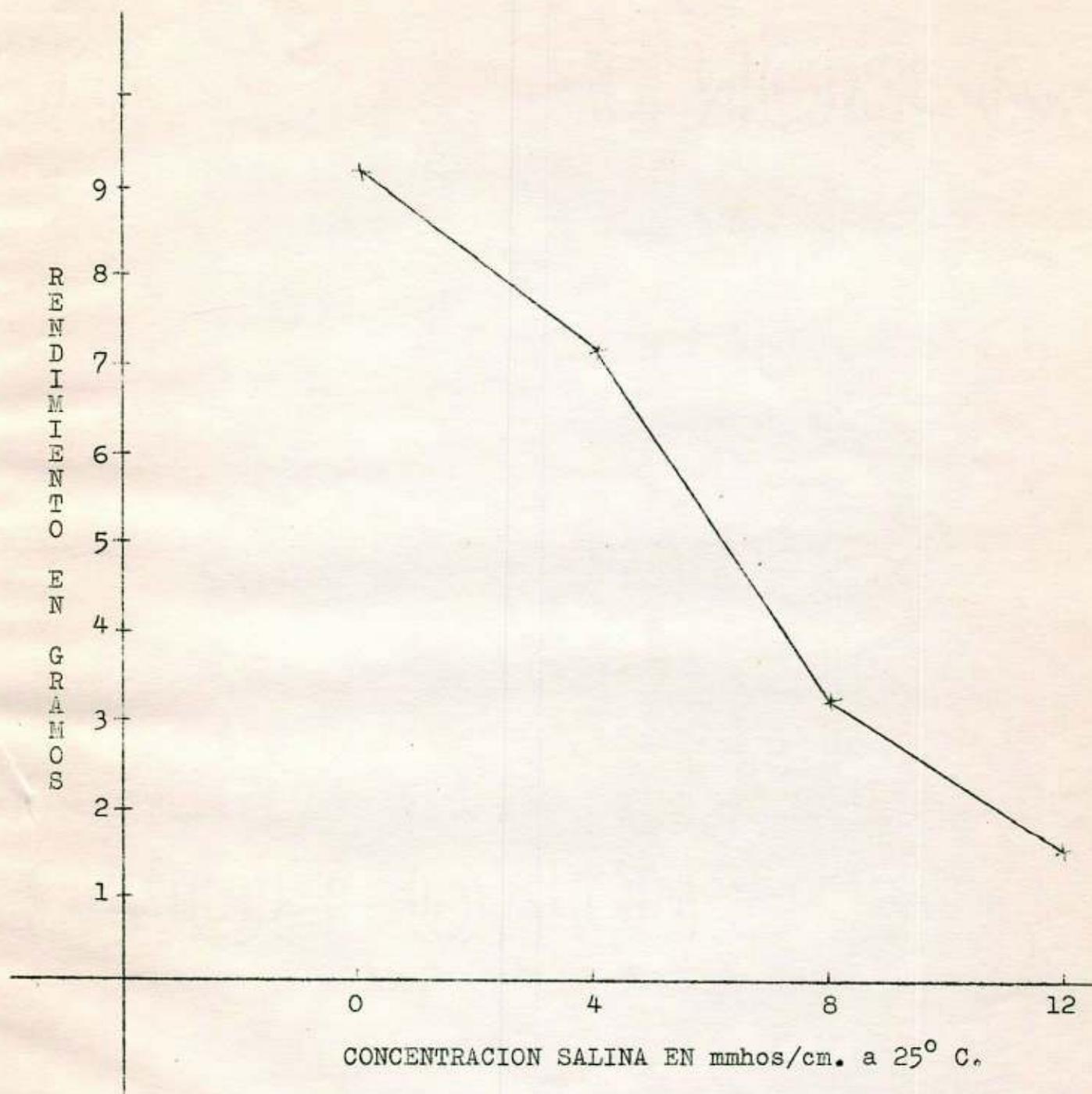
Por lo que respecta a los valores calculados y teóricos de F para los factores repeticiones, dosis y la interacción dosis - concentración salina, indican que no existe diferencia significativa, es decir las diferencias observadas se deben al azar.

El cuadro 4 del apéndice, muestra que en todos los casos, las diferencias entre las medias aritméticas de los tratamientos fueron entre sí altamente significativas.

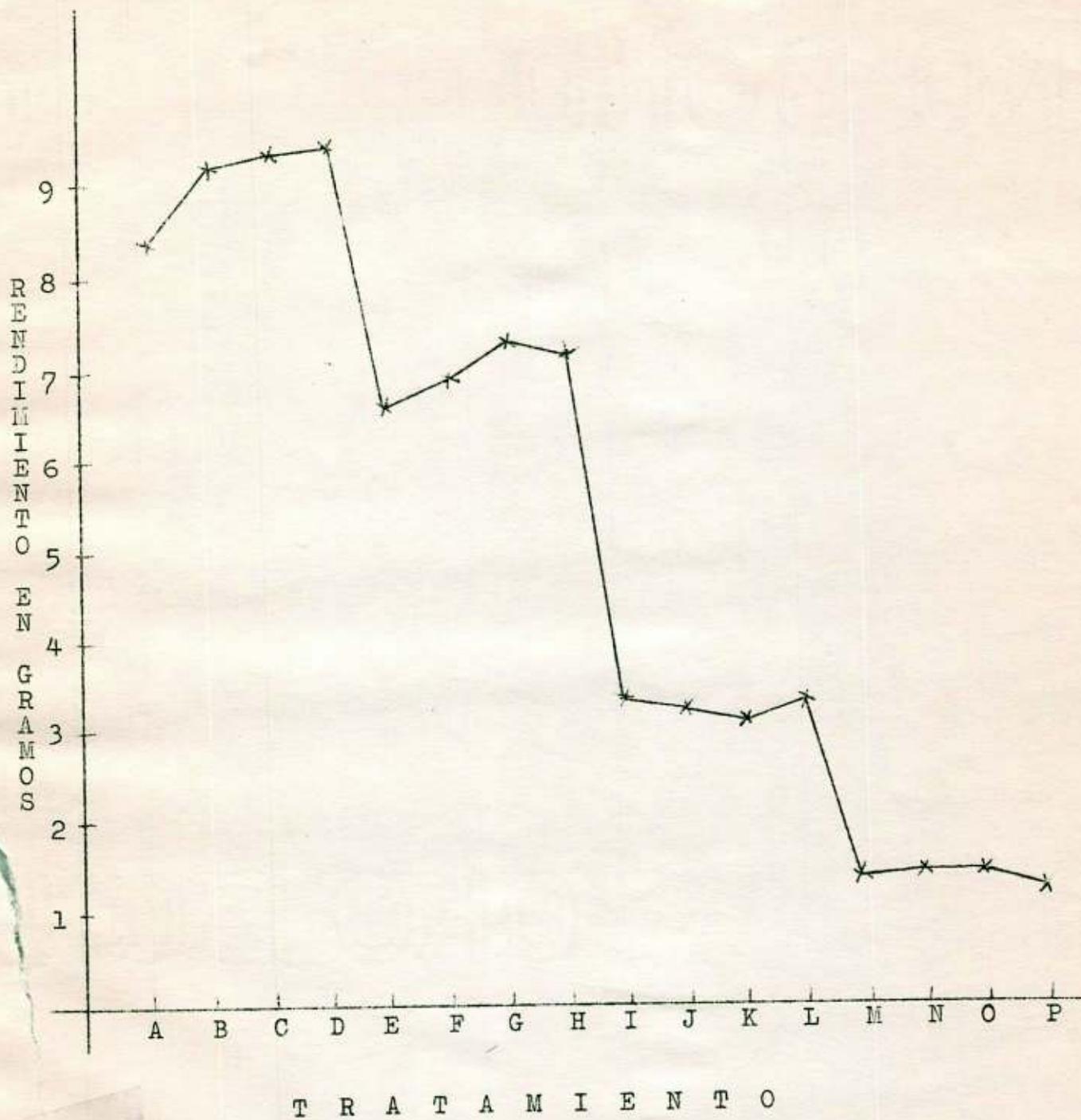
El grano que se obtuvo mostró una mayor coloración (rojiza) a medida que iba aumentando la concentración de sales solubles. El tamaño y el volumen del grano, también disminuyeron considerablemente bajo las mismas circunstancias.

La solución salina empleada en ninguno de los casos provocó síntomas visibles de toxicidad de algunos de los iones característicos de los suelos sódicos.

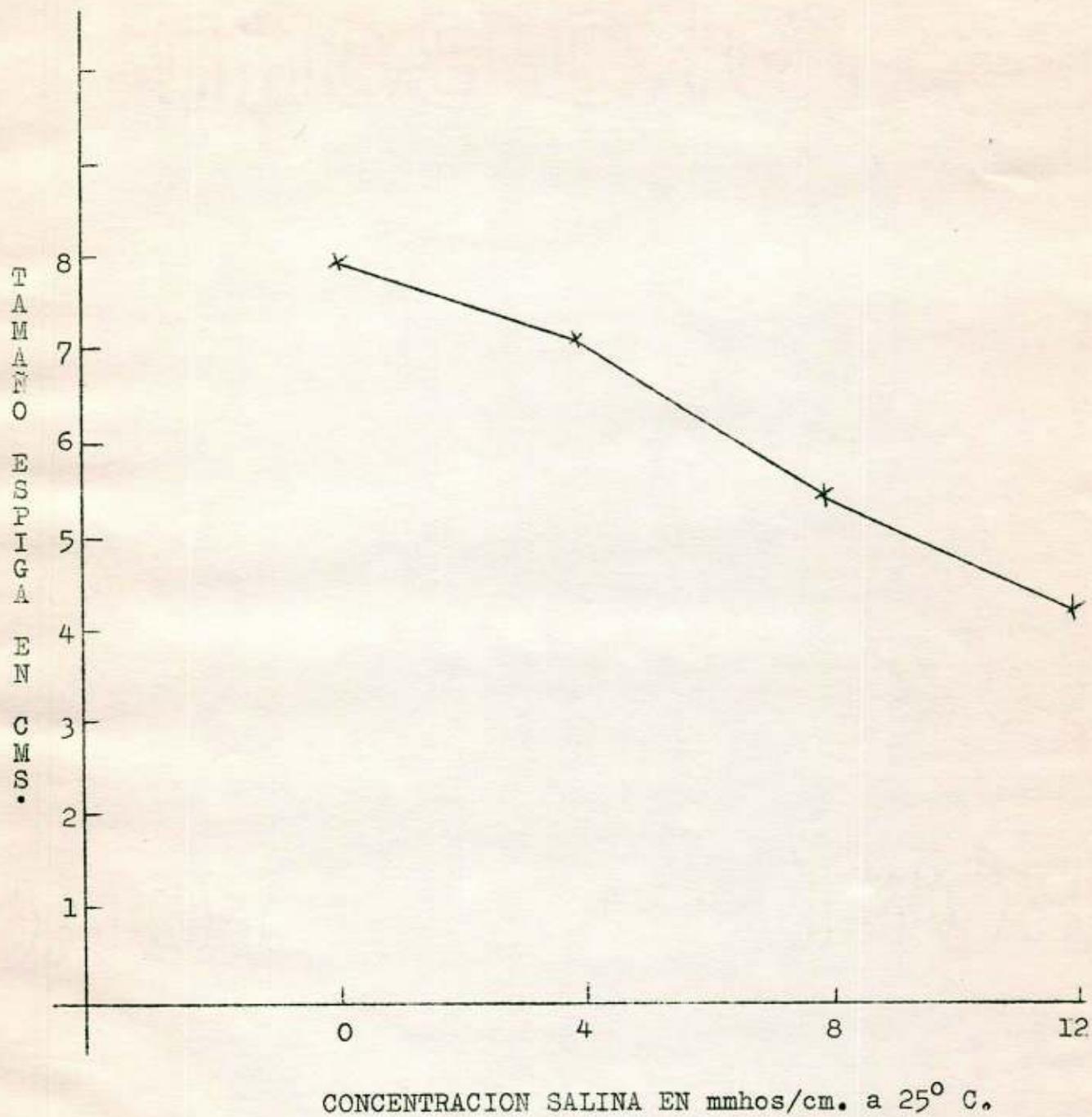
Con el objeto de ilustrar objetivamente los resultados de este trabajo se elaboraron las siguientes gráficas, las cuales nos muestran el efecto de los distintos tratamientos en el rendimiento, tamaño de la espiga y altura de la planta.



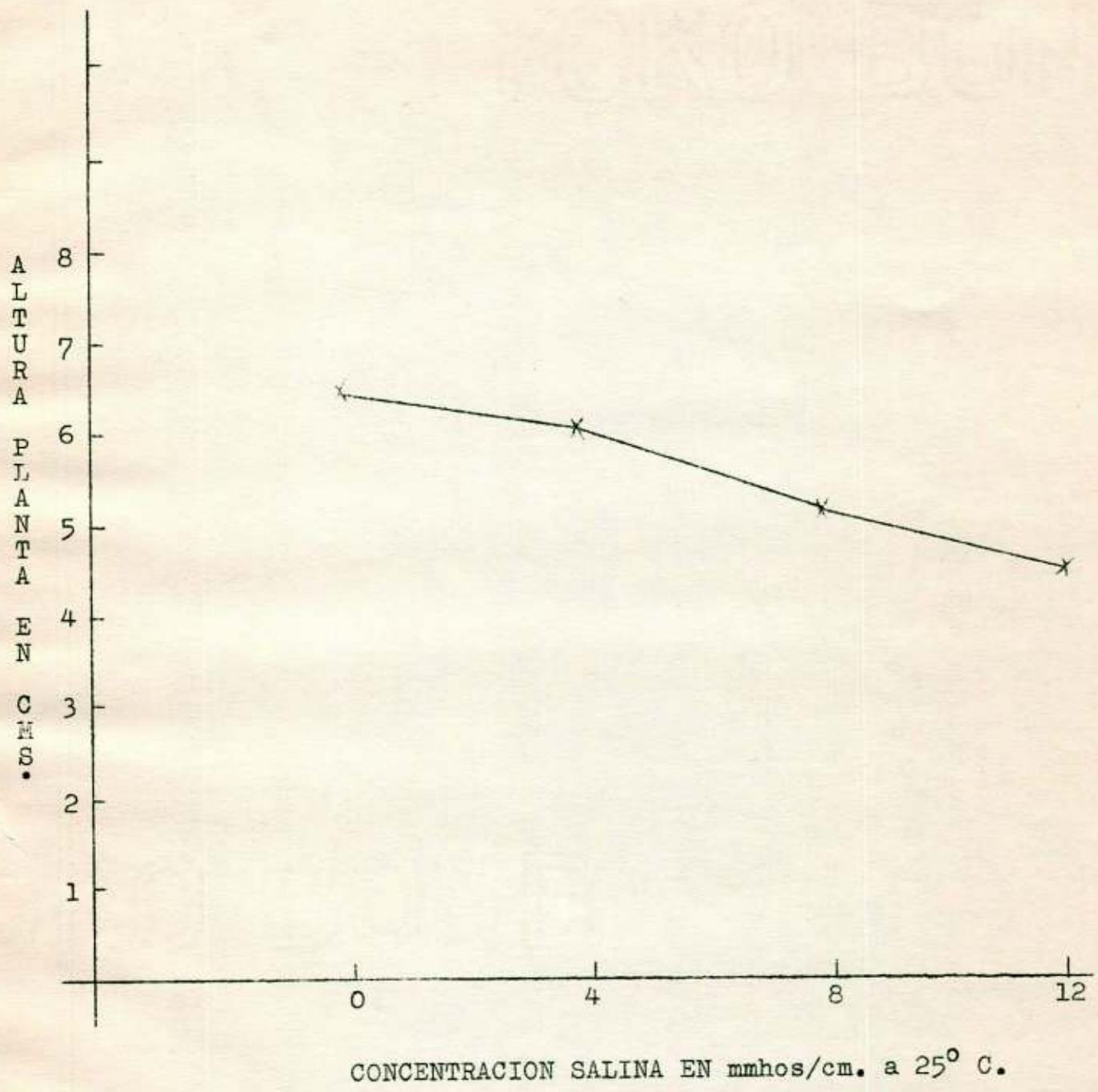
Gráfica 1. Relación concentración salina rendimiento.



Gráfica 3. Relación tratamiento. Rendimiento.



Gráfica 4. Relación concentración salina tamaño de espiga.



Gráfica 5. Relación concentración salina altura de la planta.

DISCUSION

Los resultados del análisis de varianza, efectuados al factor tratamientos y concentración de sales solubles, indican que las diferencias entre ellas son altamente significativas.

Si entre concentración de sales solubles resultaron diferencias altamente significativas, quiere decir que la diferencia en los rendimientos, cuando se regó con agua de la llave, con la solución de 4 mmhos/cm., con la de 8 mmhos/cm. y con la de 12 mmhos/cm. a 25° C. no se debe al azar, sino que se debe al efecto producido por las sales solubles que fueron empleadas en el experimento.

De acuerdo con la prueba de significación efectuada al factor concentración salina, se puede afirmar con un 99% de confianza, que al regar con agua de la llave, se obtuvo el máximo rendimiento debido a que el daño provocado por las sales era nulo; así mismo, que al regar con las soluciones salinas de 4, 8 y 12 mmhos/cm. a 25° C., el daño era mayor a medida que aumentaba la concentración salina y significativamente diferente.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo observado por Dregne (7) en su estudio sobre los efectos de la aplicación de sales solubles y fertilizantes en cebada, algodón y frijol. Dicho investigador observó mejores rendimientos en los tres cultivos a altos niveles de fer

tilizante en presencia de baja o moderada cantidad de sal en el suelo, aunque las diferencias observadas no eran significativas. En un trabajo similar, este mismo autor (8) encontró que la cebada responde al nitrógeno, fósforo y potasio en forma similar en suelos salinos y no salinos. También hay concordancia con Bernstein (3), que sostiene el concepto de que los fertilizantes pueden ser de gran ayuda en bajas concentraciones de salinidad.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo se planeó tomando en cuenta la gran importancia que tiene para el Noroeste de México el problema de la salinidad y teniendo como finalidad el hacer una pequeña contribución a la solución del mismo.

El experimento se llevó a cabo en invernadero, utilizándose para ello el cultivo del trigo, variedad "Pénjamo 62", sembrándose en macetas previamente preparadas y con tierra convenientemente escogida, se dejaron 8 plantas por maceta.

Las soluciones salinas empleadas se prepararon siguiendo la técnica del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos. Los tratamientos se iniciaron una vez que el cultivo estaba bien establecido usándose 4 concentraciones salinas: 0, 4, 8 y 12 mmhos/cm. a 25° C y 4 dosis de fertilizante nitrogenado; 0, 60, 120 y 180 Kg. por Ha.

La distribución de las macetas se hizo en arreglo factorial utilizando el diseño de bloques al azar, con 16 tratamientos (4 dosis de fertilizante y 4 concentraciones de sales solubles) y 3 repeticiones.

Durante el desarrollo del cultivo, se hicieron anotaciones con el fin de conocer todas aquellas características morfológicas de interés.

Una vez determinada la madurez, se procedió al corte del trigo, el cual se efectuó considerando las 8 plantas

que inicialmente se seleccionaron por maceta. Después de obtener todos los datos necesarios, se llevó a cabo su interpretación estadística, con las siguientes conclusiones.

Todas aquellas plantas que fueron regadas con solución salina, disminuyeron notablemente su rendimiento, especialmente al aumentar la concentración de sales, y no se obtuvo ningún beneficio significativo con la adición de nitrógeno en estas plantas.

Se observó un mejor desarrollo vegetativo en aquellas macetas de menor concentración de sales y más alta dosis de nitrógeno.

La altura final, tamaño de la espiga y la producción, se vieron gradualmente reducidas a medida que aumentaba la concentración de sales. El ciclo vegetativo de las plantas que se encontraban en las mismas condiciones se aceleró ligeramente, en comparación con el testigo.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Allison L. E. Salinity in relation to irrigation. *Advances in Agronomy*, Vol. 16. p. 139-180.
- 2) Bernstein, L. Salt Tolerance of field crops. *Agr. Information Bul.* 217, 6 pag. 1960.
- 3) _____ Salt - Affected soils and plantas. UNESCO Symposium, Paris, France. 1962.
- 4) _____ and H. E. Hayward. Physiology of salt tolerance. *Annu. Rev. PL. Physiol.*, Vol. 9, p. 25-46. 1958.
- 5) _____, A. V. Mackenzie and B. A. Krantz. The Interaction of salinity and planting practice on the germination of irrigated row crops. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 19: 240-243. 1955.
- 6) Bower, C. A. Diagnosing soil salinity. *Agr. Information Bul.* 279. U.S. Department of Agriculture. 1963.
- 7) Dregne, H. E. Plant response to fertilizers on a saline soil. *N. Mex. Agri. Expt. Sta. Res. Rpt.* 94. 1964.
- 8) _____ Effect of various salts on barley Growth. *N. Mex. Agri. Expt. Sta. Res. Rpt.* 62, 1962.
- 9) Harding, R. B., P. F. Pratt and W. W. Jones. Changes in salinity, Nitrogen, and soil reaction in a Differentially-Fertilized irrigated soil. *Soil Sci.*, Vol. 85, No. 4, pag. 177-184. 1958.
- 10) Hayward, H. E. and O. C. Magistad. The salt problem in irrigation agriculture. U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 607, 27 pag. 1946.
- 11) Lagerwerf, J. V. and G. Ogata. Plant growth as a function of interacting activities of water and ions under saline conditions. VII Internatl. Soil Sci. Soc. Cong. Trans. 3: 475-480. 1960
- 12) Rojas G. M. Principios de Fisiología Vegetal. *Manuales Universitarios.* U.N.A.M. Pag. 209. 1959.

- 13) United States Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and Improvement of saline and Alkali soils. U. S. Dept. Agr. Handb. 60, 160 pag. 1954.
- 14) Wilcox, L. V. Classification and use of irrigation waters. U. S. Dept. Agr. Circular 969, 19 pag. 1955.

A P E N D I C E

Cuadro 3. Análisis de varianza de los rendimientos.

Factor	SC	n-1	Var.	Fob.	F.Tab. 0.05	F.Tab. 0.01
Rep.	0.7860	2	0.3930	1.8912	3.32	5.39
Trat.	436.9912	15	29.1327**	140,1958	2.01	2,70
Dosis	1.2371	3	0.4123	1.9841	2.92	4,51
C. Sal.	433.6831	3	144.5610**	695.6700	2.92	4.51
Int.	2.0710	9	0,2310	1.1116	2.21	3.12
E. exp.	6.2361	3.0	0.2078			
General	444.0133	47	9.4470	45.4619	1.77	2.26

** Altamente significativa.

Cuadro 4. Diferencias entre totales de concentraciones salinas.

		0.05	0.01
A	110.4053	I	I
B	85.7960	I	I
C	41.1019	I	I
D	18.7081	I	I

El límite mínimo de significación para el factor concentración salina, tuvo los siguientes valores:

LMS para 5% = 3.71; LMS para 1% = 5.00