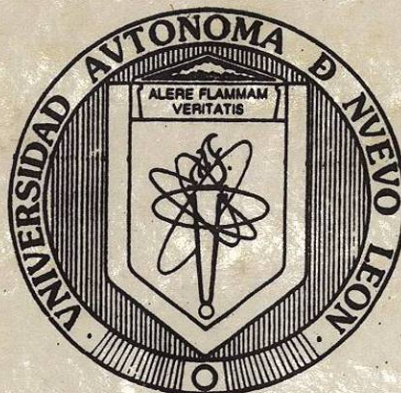


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**EFECTO DE LA SALINIDAD DEL SUELO Y MANTO FREATICO SOBRE EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO (Triticum aestivum L.) EN  
LA REGION DEL BAJO RIO BRAVO TAMPS.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA**

**PRESENTA**

**CLARA MARIA QUIRINO MORALES**

040.631  
FA12  
1992  
C.5

**MARIN, NUEVO LEON**

**DICIEMBRE DE 1992.**

T

S595

Q5

C.1



1080063475

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**EFFECTO DE LA SALINIDAD DEL SUELO Y MANTO FREATICO SOBRE EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO (Triticum aestivum L.) EN  
LA REGION DEL BAJO RIO BRAVO TAMPS.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA**

**PRESENTA**

**CLARA MARIA QUIRINO MORALES**

**MARIN, NUEVO LEON**

**DICIEMBRE DE 1992.**

011321 E

T  
5595-  
Q5



040.631  
FA12  
1992  
Q.5

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

"TESIS"

EFFECTO DE LA SALINIDAD DEL SUELO Y MANTO FREATICO SOBRE EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO (Triticum aestivum L.) EN  
LA REGION DEL BAJO RIO BRAVO TAMPS.

ELABORADA POR:

CLARA MARIA QUIRINO MORALES

ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

COMITE SUPERVISOR DE TESIS



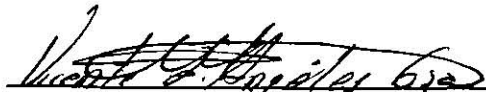
---

Dr. Juan Fco. Pissani Zufiga  
ASESOR PRINCIPAL



---

Ph. D. Emilio Olivarez Sáenz  
ASESOR ESTADISTICO



---

Ing. Vicente Angeles Garza  
ASESOR AUXILIAR

## DEDICATORIA

A DIOS:

Por guiarme a lo largo  
de todo el camino y por haber-  
me permitido lograr una etapa  
más en mi vida.

A mi Padre:

Sr. Teodoro Quirino Gómez.

Con agradecimiento: por su apoyo y comprensión. Admiración, por su espíritu de lucha, bondad y rectitud y sobre todo con un inmenso amor por ser el mejor Padre del mundo.

A mi Madre:

Sra. Hortencia Morales de Quirino:

Con todo mi amor, pues con su dedicación, cariño y valor ante la vida, constituyó el principal estímulo durante mi carrera profesional, y siempre será un ejemplo a seguir.



A mi Esposo:

Sr. Efraín Sandoval Flores.

Por su amor, paciencia

Apoyo y Comprensión.

A nuestra querida hija:

Gisselle Sandoval Quirino:

Por su cariño, y detalles  
que cada día nos hacen sentir  
felices.

**A mis Hermanos:**

Teodoro y Blanca

Esperanza y Ernesto

Hortencia y Gerardo

Estanislado

Virginia

Pedro

Alberto

Con el gran cariño que siento por cada uno de ellos, y rogando a Dios, porque la unidad, comprensión y amor perdure entre nosotros.

**A mis Sobrinos:**

Teodoro

Gerardo

Ernesto

Gabriel

Berenice

Erica Elizabeth.

Por el cariño y las alegrías que me han brindado.

A la Sra. Albeza González G.

Por su gran apoyo espiritual y material que me brindo en todo momento. Además, por hacer de su casa mi propio hogar.

A la Sra. Eusebia Flores Vda. de Sandoval.

Por su comprensión y ayuda brindada.

A la Familia Martínez Ortega:

A quienes agradezco su hospitalidad, su cariño y apoyo incondicional, tanto económico como moral que me brindaron en todo momento.

A todos mis Maestros y compañeros:

Por haberme brindado su amistad y conocimiento; por su - ayuda en la realización de éste trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan Fco. Pissani Zúñiga.

Por su guía, y gran ayuda en la realización de éste trabajo, por los conocimientos y consejos que siempre me brindó, mi profundo agradecimiento.

Al Ph D. Emilio Olivarez Sáenz.

Por sus acertadas sugerencias en la revisión del presente escrito.

Al Ing. Vicente Angeles Garza.

Por su colaboración en la revisión del presente trabajo.

Al Departamento de Riego y Drenaje de Río Bravo Tamps.

Por su gran ayuda, durante la elaboración de esta investigación.

A mi hermano, Estanislado Quirino Morales, por la ayuda económica brindada, para la elaboración de esta investigación.

A la Familia Quirino Bugdu, por la ayuda económica brindada, durante mi preparación profesional.

Al Ing. Gabriel Acosta.

Por su valiosa ayuda en la realización de esta investigación.

A la Sra. Maribel Taméz de Sánchez.

Por su gran ayuda en la revisión de este trabajo.

A la Lic. Maria de la Luz González

Por su gran ayuda en la realización de este trabajo.

Al Centro de Informatica de la FAUANL.

Por la facilidades brindadas para la elaboración e impre  
sión de este trabajo.

## CONTENIDO

	Pag.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS .....	i
INDICE DEL APENDICE .....	iii
RESUMEN .....	vii
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LITERATURA .....	4
2.1. Definición de Salinidad .....	4
2.2. Tolerancia de las Plantas a la Salinidad .....	5
2.3. Evaluación de la Tolerancia a las Sales .....	6
2.4. Factores que Influyen en la Tolerancia de las Sales.	7
2.4.1. Factor Planta .....	8
2.4.2. Factor Suelo .....	12
2.4.3. Factor Agua .....	13
2.4.4. Factores Ambientales .....	15
2.4.5. Factor Método de Riego .....	17
2.5. Efecto de la Salinidad en los Cultivos .....	18
2.6. Definición del Nivel Freático .....	22
2.7. Efectos del Nivel Freático en los Cultivos .....	23
2.8. Componentes del Rendimiento .....	27

III.	MATERIALES Y METODOS .....	31
3.1.	Localización .....	31
3.2.	Clima .....	31
3.3.	Cultivo .....	31
3.4.	Delimitación .....	33
3.5.	Localización de Pozos .....	33
3.6.	Medición de la Conductividad Hidráulica .....	33
3.7.	Establecimiento de los Pozos de Observación .....	33
3.8.	Lecturas del Nivel Freático .....	34
3.9.	Toma de Muestra del Agua Freática .....	34
3.10.	Manejo del Cultivo .....	35
3.11.	Muestreo de Cosecha .....	35
3.12.	Componentes del Rendimiento Estudiadas .....	36
3.13.	Cuantificación de Variables .....	39
3.14.	Análisis Estadístico .....	40
3.14.1.	Correlaciones .....	41
3.14.2.	Análisis de Regresión Lineal Simple .....	41
3.14.3.	Analisis de Regresión Múltiple .....	41
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	42
4.1.	Análisis de Salinidad, Físicos y Fertilidad del Sue- lo. ....	42
4.2.	Freametria y Calidad del Agua Freática .....	43
4.3.	Rendimiento de Grano y sus Componentes .....	48
4.4.	Correlaciones .....	50

4.5.	Análisis de Regresión Lineal Simple.....	56
4.6.	Análisis de Regresión Múltiple .....	62
4.6.	Cálculo del Rendimiento Relativo (%). .....	66
V.	CONCLUSIONES.....	69
VI.	RECOMENDACIONES .....	71
VII.	BIBLIOGRAFIA .....	73
X.	APENDICE I .....	80
	APENDICE II.....	84
	APENDICE III .....	89
	APENDICE IV .....	91
	APENDICE V .....	98



## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PAGINA
1	Rendimiento en grano, resultados de los análisis de salinidad promedio entre los estratos de suelo 0 -30 y 30-60 cm., freametría y fertilidad del suelo, de los puntos de cosecha.	44
2	Resultados obtenidos de los análisis de correlación entre el rendimiento en grano (kg/ha), y las variables mencionadas dentro del cuadro 1.	51
3	Correlaciones entre la conductividad eléctrica (dS/m), promedio de los estratos 0 -30 y 30 - 60 cm. de las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha y los componentes del rendimiento.	53
4	Correlaciones entre el rendimiento en grano (kg/ha), y los componentes del rendimiento.	55
5	Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre el rendimiento en grano (kg/ha), y las variables mencionadas en el Cuadro 1.	57

CUADRO		PAGINA
6	Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre la conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos 0 - 30 y 30 - 60 cm, de las muestras del suelo, obtenidas en los puntos de cosecha, y los componentes del rendimiento.	59
7	Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre el rendimiento en grano (kg/ha), y los componentes del rendimiento.	61
FIGURA		PAGINA
1	Plano topográfico de los lotes de estudio, - pozos de observación y puntos de cosecha.	32
2	Comportamiento del nivel freático durante el período vegetativo del cultivo de Trigo.	45
3	Rendimiento relativo del trigo en grano, en función del incremento de salinidad promedio del suelo entre los estratos de suelo de 0 - 30 y 30-60 cm.	65

## INDICE DEL APENDICE

CUADRO		PAGINA
1A	Tolerancia relativa de cultivos a la salinidad de algunos cultivos.	80
2A	Tolerancia relativa de cultivos a la salinidad de algunos cultivos.	81
3A	Tolerancia a la salinidad de cultivos seleccionados en relación con su rendimiento potencial y salinidad del agua de riego (CEa).	82
4A	Tolerancia a la salinidad de cultivos seleccionados en relación con su rendimiento potencial y salinidad del agua de riego (CEa).	83
5A	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.	84
6A	Resultados de los análisis de salinidad, correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.	85
7A	Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obte-	86

## CUADRO

## PAGINA

nidas durante la construcción de los pozos de observación.

8A	Resultados de los análisis de fertilidad y físicos, realizados con las muestras de <u>sue</u> lo.	87
9A	Resultados de los análisis de fertilidad y físicos, realizados con las muestras de <u>sue</u> lo colectadas en los pozos de observación.	88
10A	Resultados de las prueba de conductividad --hidráulica realizada en los pozos de obser--vación.	89
11A	Resultados de los análisis de salinidad co--rrespondientes a las muestras de agua freá--tica.	90
12A	Resultados de los análisis de salinidad co--rrespondientes a las muestras de agua freá--tica.	91
13A	Variable: Altura de la planta (cm).	98

CUADRO		PAGINA
14A	Variable: Longitud de espiga (cm).	98
15A	Variable: Granos por espiga.	99
16A	Variable: Volúmen desplazado de 100 semillas.	99
17A	Variable: Espiguillas por espiga.	100
18A	Variable: Granos por espiguilla.	100
19A	Variable: Peso de 1000 semilla (gr).	101
20A	Variable: Espiguillas por metro cuadrado.	102
21A	Variable: Granos por metro cuadrado.	102
22A	Variable: Peso por planta.	102
23A	Datos climatológicos, Pp y T° promedio en grados centigrados de período vegetativo del cultivo de trigo ( <u>Triticum aestivum</u> L. )	103

## FIGURA

## PAGINA

1	Plano de curvas isobatas correspondientes al mes de Marzo (día 10).	92
2	Plano de curvas isobatas correspondientes al mes de Marzo (día 30).	93
3	Plano de curvas isobatas correspondientes al mes de Abril (día 20).	94
4	Plano de curvas isohypsas correspondientes al mes de Marzo (día 10).	95
5	Plano de curvas isohypsas correspondientes al mes de Marzo (día 30).	96
6	Plano de curvas isohypsas correspondientes al mes de Abril (día 10).	97

## RESUMEN

En grandes áreas de riego del Bajo Río Bravo, Tamaulipas México, uno de los aspectos problemáticos de mayor interés en la productividad, sin duda alguna es el ensalitramiento y mantos freáticos elevados, lo que se atribuye generalmente al origen específico de los suelos y a las diferentes condiciones climatológicas que prevalecen, deficiencia en el manejo del suelo / agua de riego durante la producción de cosechas, a las fuentes y calidad de agua que se usan para el riego y a otros factores que intervienen en las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Dentro de esta área se seleccionó el lote 12680 como área experimental piloto; para realizar el presente estudio.

EL objetivo, es el de estudiar el efecto de la salinidad del suelo y la profundidad del manto freático, sobre el rendimiento del cultivo de trigo *Triticum aestivum* L. para poder determinar el nivel a que se debe disminuir la salinidad y obtener un rendimiento económicamente redituable; además de estudiar el efecto de los iones predominantes sobre el rendimiento.

Se seleccionaron los puntos de cosecha, de acuerdo a la salinidad aparente (determinada por el crecimiento vegetativo del cultivo), complementándose con un método expeditivo de

campo propuesto por Pissani (28), muestreándose el suelo en los puntos mencionados, a profundidades de 0-30 y 30-60 cm., determinándole a dichas muestras, la salinidad y fertilidad.

Con los resultados de los análisis de salinidad de las muestras de suelo obtenidas durante el establecimiento de los puntos de cosecha, se realizó una regresión lineal entre el rendimiento en grano (kg/ha), y la conductividad eléctrica (dS/m), promedio de la cual se encontró que por cada unidad incrementada de la conductividad eléctrica (dS/m) promedio, mayor de 2.05 dS/m., el rendimiento en grano se reduce en un 8.16 % y que la máxima conductividad eléctrica (dS/m), tolerada por este cultivo es de 14.31 (dS/m).

Además se realizó una regresión múltiple entre el rendimiento y la concentración (meq/lto), de los iones analizados los cuales fueron: calcio, magnesio, sodio, bicarbonatos, --- cloruros y sulfatos; encontrándose que el ión magnesio fue el que predominó sobre el rendimiento.

Así mismo se realizó una correlación entre el rendimiento y la concentración (meq/lto), de los iones analizados los cuales son: calcio, magnesio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos, encontrándose que el ión sulfato presentó un efecto antagónico, respecto al resto de los iones.



Conjuntamente se realizó una correlación entre la conductividad eléctrica (dS/m), y los componentes del rendimiento observándose que los componentes peso de 1000 semillas y el número de granos por metro cuadrado estuvieron altamente correlacionados con la conductividad eléctrica.

Así mismo se realizó una correlación entre el rendimiento (kg/ha), y los componentes del rendimiento, y se encontró que los componentes que determinaron el rendimiento fueron: - el peso por planta y los granos por metro cuadrado.

Se midió el nivel freático cada 20 días, datos con los cuales se realizaron los planos de isobatas e isohypsas.

Los análisis de suelo resultaron salino - sódico por lo que una de las recomendaciones es aplicar un mejorador químico, para rehabilitar el área.

## INTRODUCCION

La importancia de los suelos salinos estriba en las limitaciones que ocasionan en la producción agrícola, afectando el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas cultivadas. La mayoría de los suelos afectados por exceso de sales están localizados en las zonas áridas y semiáridas del mundo que han sido incorporadas a la agricultura bajo riego, y en donde además la precipitación no es suficiente para lixiviar los excesos de sales que llegan al suelo propiciando su acumulación y puede agravarse en aquellos suelos en los que prevalecen deficiencias en el manejo del agua de riego y del suelo durante la producción de cosechas.

La fuente principal de estas sales en la mayor parte de los suelos la constituyen el riego con agua de mala calidad. Es debido a este factor que generalmente existen fuertes problemas de salinidad y sodicidad en la agricultura bajo riego.

Dada la magnitud e importancia que ha alcanzado en la actualidad este problema, se han desarrollado numerosos trabajos de investigación en diferentes lugares del mundo, fundamentalmente en áreas donde se presentan con mayor frecuencia.

Generalmente, el criterio significativo más usado para establecer la tolerancia a las sales, es la producción comer-

cial de los cultivos, ya que muy a menudo, la respuesta del crecimiento vegetativo a la salinidad, no es una guía confiable para predecir la producción.

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

El Trigo ( *Triticum aestivum* L. ), se considera como un cultivo moderadamente tolerante a la salinidad.

En la región del Bajo Río Bravo, Tamaulipas uno de los aspectos de mayor interés en la productividad de los suelos es sin duda alguna el ensalitramiento y mantos freáticos elevados, es por esto que fué el área seleccionada para llevar acabo una investigación en relación a estas limitantes.

## OBJETIVOS

- 1.- Evaluar el efecto de la salinidad del suelo y del manto freático sobre el rendimiento del cultivo de Trigo *Triticum aestivum* L.
- 2.- Evaluar el efecto de los aniones y cationes predominantes sobre el rendimiento del cultivo de trigo.

## II.- LITERATURA REVISADA

### 2.1. Definición de Salinidad

La salinidad se define como la presencia de concentraciones excesivas de sales solubles en el suelo. Los suelos son definidos como salinos si su contenido de sales solubles alcanzan a dañar las plantas. Los cloruros, sulfatos, bicarbonatos de sodio, calcio y magnesio contribuyen en diferentes grados a la salinidad del suelo (5,36).

La salinidad puede ser estimada determinando la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego, de drenaje o extracto del suelo. La unidad de medida es en  $\text{dS m}^{-1}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ . El extracto del suelo empleado es el extracto de saturación mismo que está en función de las propiedades de retención del agua en el suelo y no causa una disociación excesiva de sales precipitadas. En general se considera que el extracto de saturación presenta una concentración de un medio de la solución del suelo entre los límites superior e inferior de la capacidad de campo. La conductividad eléctrica del extracto de saturación ( $\text{CE}_e$ ), es fácilmente convertible con la ayuda de los datos de humedad del suelo, a conductividad eléctrica del agua del suelo. La cual es la base más útil que se tiene ahora para comparar la tolerancia de sales de los diferentes cultivos (5,8,36).

## 2.2. Tolerancia de las Plantas a la Salinidad.

La tolerancia a la sal de una cosecha se puede apreciar de tres formas: En su habilidad de sobrevivir en suelos salinos, en su rendimiento relativo en suelos salinos y comparando su rendimiento en un suelo salino, con un suelo normal de condiciones similares. La última forma tiene mayor aplicación -- agronómica porque provee un método de comparación entre diversas cosechas (6).

La tolerancia de los cultivos a sales, se ha expresado generalmente, como la disminución de la producción esperada para un determinado nivel de sales solubles en el medio radicular, comparado con la producción bajo condiciones normales.

Las tolerancias absolutas que reflejan respuestas fisiológicas predecibles inherentes a las plantas, no pueden determinarse porque hay muchas interacciones entre la planta, el suelo, el agua y los factores ambientales. Para obtener datos cuantitativos se requiere tomar en cuenta estos factores antes mencionados, además de apoyarse en mediciones apropiadas de la salinidad del suelo y la respuesta de las plantas (34).

Hayward y Wadleigh, citado por Black (7), señalan que la tolerancia de cada especie y variedad vegetal a la salinidad

del suelo, aumenta con su capacidad de adaptación a una alta succión interna de solutos y disminuye con su sensibilidad a esta adaptación. Las plantas originarias de ambientes salinos tienen al mismo tiempo una notable capacidad de adaptación y una sensibilidad al respecto.

La respuesta de las plantas a las condiciones de salinidad han sido catalogadas en tablas de tolerancia, expresada en su mayor parte en conductividad eléctrica (dS/m). Clasificaciones de esta naturaleza han sido dadas por Maas y Hoffman citado por Ayers, y Westcot (4).

Los cuadros 1A y 2A muestran la tolerancia relativa de un gran número de cultivos. (Ver apéndice I).

### 2.3. Evaluación de la Tolerancia a las Sales.

Está es una de las tareas más difíciles que hay que desarrollar en lo que respecta a los estudios de salinidad, ya que está influenciada por muchos factores. La siguiente ecuación nos proporciona una forma muy rápida y fácil de evaluar la tolerancia de los cultivos a las sales.

$$Y = 100 - b (CE_x - S_u)$$

donde:

Y = rendimiento potencial (en porcentaje)

CEx = salinidad del extracto de saturación en dS/m

Su = salinidad umbral en dS/m

b = disminución del rendimiento por aumento unitario de salinidad.

Se considera que la salinidad umbral (Su), es el nivel máximo de la salinidad promedio de la zona radicular que puede ser tolerado por las plantas, sin afectar negativamente su desarrollo. A esta salinidad el rendimiento potencial de los cultivos es todavía el 100 %. La salinidad umbral es expresada en términos de la conductividad del extracto de saturación

Para calcular "b" se recurre a la siguiente expresión:

$$b = \frac{100}{(\text{CEx para } Y = 0\% - \text{Su})}$$

Los cuadros 3A y 4A (Ver apéndice I), presentan valores del rendimiento potencial para 100, 90, 75, 50, y 0%, la salinidad del agua de riego (CEa) y el nivel de tolerancia a la salinidad (CEx) para un gran número de cultivos.

#### 2.4. Factores que Influyen en la Tolerancia de las Sales.

Los factores que tienen alguna influencia sobre la res-



puesta de la planta a la salinidad son diversos. Según Maas y Hoffman, citado por Ayers, y Wescot (4), la tolerancia a las sales depende del tipo de planta, suelo, agua, clima y método de riego.

#### 2.4.1. Factor Planta.

Según Maas et. al., citados por Espinoza (12), mencionan que aún que la salinidad afecta fisiológicamente a las plantas de muchas maneras, rara vez ocurren síntomas evidentes de daños, excepto bajo extrema salinización. Esto es, que las -- plantas afectadas por sales generalmente parecen normales, aunque estas detienen su crecimiento y pueden tener hojas verdes más oscuras, las que con frecuencia son más gruesas y jugosas. Por último indican que el efecto más común de la salinidad es un retraso general en el crecimiento de la planta -- puesto que a medida que la concentración de sales aumenta arriba de un nivel límite, la velocidad del crecimiento y el tamaño de la mayoría de las especies de plantas decrecen progresivamente.

Según estudios realizados por varios autores citados por Bernstein (5), han mostrado que si bien la germinación, no es especialmente sensitiva a la sal el estado de plántula tal vez sí. Las plántulas de grano como, cebada, trigo, y arroz son más sensitivas a la sal tanto en germinación como en otros

estados. Y mencionan que específicamente el arroz es sensitivo durante la floración y la fertilización de tal manera que es necesario drenaje o flujo de agua fresca para obtener un buen rendimiento.

Rodríguez (32), realizó un experimento bajo condiciones de invernadero con plantas de trigo variedad Inia F-66, el cuál fué desarrollado a diferentes niveles de potencial osmótico producido con cloruro de sodio (NaCl), encontrándose que efectivamente las plantas de trigo bajo condiciones de salinidad no crecen ya que las sales generan un engrosamiento prematuro en la pared celular.

También logro comprobar que hojas aún envainadas de plantas desarrolladas bajo condiciones de salinidad, tuvieron el mismo grosor de su pared celular que las células de hojas adultas desarrolladas en condiciones de no salinidad, lo que indica que las sales afectan las células de los tejidos en las primeras etapas de formación.

Por su parte Black (7), afirma que las plantas que crecen en suelos salinos tienden a tener menor tamaño, aunque no indica el mecanismo por el cual no crecen. Indica, que en algunos casos las plantas que crecen en suelos salinos, tienen un color azulado más oscuro que aquellas plantas que crecen en condiciones comparables, en suelos no salinos. El color del follaje resulta de su alto contenido de clorofila y de un re-

cubrimiento excepcionalmente grueso de la cutícula. Menciona además, que en ocasiones se registran síntomas tales como el chamuscamiento de ápices y partes marginales o interiores de las hojas, moteado o enrollamiento de las hojas y clorosis incipiente.

Francois y colaboradores (14), en un estudio realizado sobre los efectos de salinidad con sorgo durante la germinación, crecimiento vegetativo y producción de grano, encontraron que el crecimiento vegetativo fué menos afectado por el incremento de la salinidad en el suelo que la producción de grano. Además muestran que conductividades eléctricas del suelo arriba de 8.2 dS/m no tienen un efecto significativo en la germinación. Debido a esto se concluye que el sorgo para grano fue significativamente más tolerante a la salinidad en la germinación que en las etapas de crecimiento posteriores.

La salinidad afecta a las plantas en todas las etapas de su desarrollo, sin embargo en algunos cultivos esta sensibilidad puede variar con las diferentes etapas de desarrollo. Así Ayers, et. al., citados por USDA (36), afirman que la remolacha azucarera, que es muy tolerante a las sales durante las últimas épocas de su crecimiento, aún y cuando es más sensible durante la germinación que en las etapas posteriores.

Al respecto, Heald, et. al., citados por USDA (36), indi-

can que en condiciones de campo, es posible modificar las prácticas de siembra para reducir al mínimo la tendencia de las sales a acumularse alrededor de la semilla, mejorando así la población de plantas para cultivos sensibles a sales durante la germinación.

Prieto (31), afirma que aunque la mayoría de los cultivos se tornan más tolerantes en las etapas finales de desarrollo, hay algunas excepciones. Un ejemplo, es el arroz ya que las sales afectan durante la polinización y pueden reducir la formación de semillas y el rendimiento.

Por su parte Waissman y colaboradores (37), realizaron un estudio sobre el efecto de la sal en la emergencia de la semilla en dos cultivares de alfalfa ( Moapa y Mesilla ), los cultivares fueron sembrados en suelos calcáreos y regados con agua con valores de conductividad eléctrica de 0.8, 7.6, 32 y 45 dS/m. La siembra de la semilla se realizó a tres profundidades (3, 10 y 15 mm). Los resultados indican que la alfalfa puede ser establecida con un mínimo de sales en el agua de aproximadamente 4.0 dS/m, cuando ha sido sembrada a 10 mm de profundidad aproximadamente.

#### 2.4.2. Factor Suelo.

La respuesta de los cultivos a la salinidad es muy variada. Muchos factores relacionados con la salinidad influyen en tal modo que algunas prácticas de manejo tendientes a elevar los rendimientos bajo estas condiciones tienen un mínimo efecto. Tal es el caso de la interacción salinidad fertilidad.

Khalil, et. al., citados por Manrique (25), estudiaron el efecto de la aplicación de N y P en el rendimiento y contenido de nutrientes del maíz y algodón bajo diferentes condiciones de salinidad. Los rendimientos fueron 79, 71 y 67 % de los rendimientos normales, a CE de 5, 7, y 9 dS/m respectivamente. Por otro lado los niveles de salinidad no tuvieron efecto sobre la disponibilidad del P. El contenido de K decreció con la salinidad. En general la pobre respuesta a la fertilización es atribuida a una disminución de la fotosíntesis y disturbios en la nutrición inorgánica. En el caso del N la respuesta probablemente está relacionada con el contenido de nitratos en el suelo.

Sin embargo, la respuesta a la fertilización depende en gran medida del cultivo mismo. Las papas mostraron una baja tolerancia a las sales y no mostraron una respuesta satisfactoria aún a niveles altos de aplicación de N. Al contrario cultivos de gran tolerancia a las sales, ( alfalfa, arroz ),

responden ampliamente a la fertilización y pueden ser utilizados con gran éxito en suelos salinos, inmediatamente después de la instalación de un sistema de drenaje (11).

Al respecto Ayers, et. al., (4), afirman que la fertilización tiene poco efecto en la tolerancia a la salinidad. Si la fertilidad es un factor limitante en la producción, la adicción de fertilizantes apropiados aumentará los rendimientos, pero si la fertilidad es adecuada, el aumento de fertilizantes no aumentará la tolerancia a las sales. Además, si la fertilización no se realiza en el momento oportuno y se aplica en la cantidad y lugares apropiados las sales que constituyen a los fertilizantes pueden contribuir o provocar problemas de salinidad.

#### 2.4.3. Factor Agua.

Las plantas tienden a responder a la suma del potencial osmótico de la solución del suelo y del potencial mátrico; entre más salina sea el agua del suelo, más frecuentemente se debe hacer el riego con el objeto de minimizar el efecto de las sales sobre las plantas (12).

Thomas y Wiegand, citados por Espinoza (12), demostraron en un cultivo de algodón, que el crecimiento de las plantas y

el rendimiento disminuyen significativamente conforme disminuye el potencial del agua en suelos salinos, debido al efecto dominante del componente osmótico. Para estos investigadores las plantas de algodón aparentemente se ajustaron a las condiciones salinas y pudieron extraer agua de los suelos en los que el potencial osmótico excedió de los 14 bars.

Millar et. al., (27), señalan que las altas concentraciones de sales neutras, tales como el cloruro de sodio y el sulfato de sodio, pueden interferir con la absorción del agua por las plantas a través del desarrollo de una presión osmótica mas alta en la solución del suelo que la que existe en las células de la raíz. Aún más, el punto de marchitamiento de los suelos se eleva por la acumulación de sales y, por tanto, la cantidad de agua que un suelo puede proporcionar a las plantas se verá reducida por la presencia de sales.

En estudios realizados en Tunisia, se encontró una disminución del rendimiento de materia seca cuando la conductividad eléctrica del agua de riego se incrementó. El rendimiento disminuyó en 25 % para los tomates a 4.5 dS/m, para el maíz a 9 dS/m. Para explicar las diferencias en rendimiento se determinó que el Na se incrementó en los tejidos vegetales cuando la conductividad eléctrica del agua de riego se incrementó (25).

A su vez la calidad del agua influyó acentuadamente en las frecuencias de aplicación. En el caso de los tomates que

son altamente sensitivos a la salinidad y a las condiciones climáticas extremas, se encontró que las aplicaciones cortas y fuertes dieron los mejores resultados. En cuanto al maíz, apesar de ser medianamente tolerante a la salinidad, las frecuencias de aplicación no tuvieron mayor efecto (25).

Pearson, citado por Francois (14), estudió el uso de agua salina para la irrigación del arroz y revelaron que el efecto osmótico decreció el rendimiento en grano, pero sin mayor influencia sobre el desarrollo vegetativo.

#### 2.4.4. Factores Ambientales.

El clima es un factor que influye de una manera significativa sobre la respuesta de las plantas con respecto a la salinidad. Entre los factores climáticos de mayor importancia podemos mencionar la temperatura, humedad relativa, precipitación y la evaporación. Según Ayers, y Westcot (4), normalmente los cultivos de climas o estaciones frías son más tolerantes a la salinidad que los que se desarrollan en climas calientes o en los meses cálidos y secos.

En los meses fríos la demanda de agua es menor y, por lo tanto, el efecto de la salinidad de disminuir la disponibilidad de agua es menos decisivo. Además, al haber menor demanda



de agua de riego, o de las lluvias, esta puede ser utilizada para lixiviar las sales acumuladas. Por el contrario, durante los períodos de alta demanda de agua, la extracción de agua por las raíces puede ser insuficiente debido al agotamiento del agua en la zona radicular y a la acumulación de sales. En estas condiciones los cultivos pueden mostrar síntomas de escasez de agua antes de lo esperado, la cual puede llegar a ser crítica en períodos prolongados en vientos secos. El clima en general parece afectar bastante más a los cultivos sensibles a la salinidad que a los tolerantes (4).

Al respecto Ehlig, citado por Bernstein (5), reporta que el clima también afecta la expresión de algunos síntomas de daño. Los frutales o árboles pueden presentar daño foliar por acumulaciones de cloruro o sodio presentando quemaduras en las hojas bajo el calor, en clima seco al final de la primavera o al iniciar el verano. Además menciona que las uvas no presentan daño bajo condiciones frescas o primavera nublada aún cuando las hojas contengan niveles tóxicos.

Magistad et. al., citado por Bernstein (5), encontraron que los rendimientos relativos de varios cultivos (alfalfa, frijol, remolacha, zanahoria, algodón, cebolla, tomate y calabaza), disminuyen más en climas calientes que en climas fríos.

### 2.3.5. Factor Método de Riego.

El método de aplicación también tiene un marcado efecto en la salinización y consecuentemente en la tolerancia de las plantas. Los cultivos regados por aspersión con agua salina están sujetos a daños tanto por la salinidad del suelo como por la sal en las hojas, causando fuertes quemaduras en el área foliar. En cultivos que normalmente restringen el movimiento de sales desde las raíces hasta las hojas, la absorción foliar puede causar problemas graves que normalmente no aparecen con el riego superficial (31).

En estudios realizados en Riverside, California, el agua con 2900 mg/lit de sales (aproximadamente 3000 ppm), redujo el rendimiento de pimiento en más de 50 por ciento cuando se aplicó por aspersión, pero sólo 16 por ciento cuando se aplicó a la superficie del suelo (3).

Los pocos experimentos efectuados para probar la susceptibilidad de los cultivos al daño foliar causado por el riego por aspersión con agua salina, indican que la tolerancia está más relacionada con la cantidad de sal absorbida por las hojas que con la tolerancia del cultivo a la salinidad (3).

El método por surcos puede ser aplicado con considerable cuidado, particularmente durante el estado de germinación, de

bido al movimiento ascendente del agua hacia la parte superior de los surcos, produciendo así una acumulación de sales en la zona de emergencia. En estos casos, la aplicación de este método debe ser evitado en aquellas plantas muy sencillas durante la germinación y en los estados iniciales.

En estudios realizados en Tunisia, en el cultivo de alfalfa, se probaron dos métodos de riego (aspersión e inundación), con diferentes láminas de riego aplicada y se encontró que aún y cuando el riego por inundación utilizó menores láminas de riego, obtuvo mayores rendimientos en materia verde (25).

Arar, citado por Manrique (25), evaluó los efectos del método por goteo, encontrando buenos resultados en el uso de aguas altamente salinas. Además que bajo éste método de riego se evita parcialmente las altas acumulaciones de sales causadas por el tiempo de aplicación que normalmente se suceden, - con el uso de los otros métodos, ya que se un constante régimen de aplicación del agua. Así mismo mediante este método bajos niveles de succión mátrica puede ser mantenidos durante el desarrollo de las plantas.

## 2.5. Efecto de la Salinidad en los Cultivos.

Francois y colaboradores (15), estudiaron seis tratamien-

tos salinos en un suelo arcilloso, los cuales se regaron con aguas que fueron salinizadas con cloruro de sodio (NaCl) y cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) (1:1). Las conductividades eléctricas promedio de el agua de riego en el estrato de 0 - 120 cm fueron de 3.9, 6.8, 10.2, 13.6, 14.6 y 16.5 dS/m en el primer año y 1.1, 3.9, 7.5, 11.6, 15.6 y 19.8 dS/m en el segundo año, realizándose lecturas de crecimiento vegetativo y rendimiento del grano. El rendimiento de los dos cultivos no estuvo afectado por la salinidad del suelo, hasta un valor promedio de conductividad eléctrica de 11.4 dS/m en el extracto 0-120 cm. del extracto de saturación. Por cada unidad incrementada en la conductividad eléctrica promedio mayor de 11.4 dS/m, se reducía el rendimiento en un 10.8 %. Estos resultados colocan al centeno en la categoría de tolerante a las sales. La reducción del rendimiento se atribuyó a una reducción en el peso de la espiga y al peso individual de la semilla que a la reducción del número de espigas. Ambos cultivares fueron poco menos tolerantes a la sal durante la emergencia de la planta que durante las siguientes etapas de crecimiento.

Rodríguez L. (33), realizó un estudio en sorgo y encontró que por cada unidad incrementada en la conductividad eléctrica promedio entre los estratos 0-20 y 20-50 cm mayor de 1.4-dS/m, se reducía el rendimiento en un 11.9 % .

Francois y colaboradores (16), realizaron una investigación con dos especies de trigo, (Triticum aestivum L.) y (Triticum turgidum L.), durante dos años, las cuales fueron sembrados en suelos arcillosos y regadas con aguas salinizadas con cloruro de sodio (NaCl) y cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) (1:1). Las conductividades eléctricas promedio de el agua de riego en el estrato de 0-90 cm, fueron de 1.5, 2.5, 5.0, 7.4, 9.9 y 12.4 dS/m en el primer año y de 1.5, 4.0, 8.0, 12.0, 16.1 y 20.5 dS/m en el segundo año realizándose lecturas de rendimiento del grano, crecimiento y la germinación.

El rendimiento relativo del grano para el cultivar de trigo semienano, así como para los dos cultivares de trigo durum no fueron afectados por salinidad del suelo hasta un valor promedio de conductividad eléctrica de 8.6 y 5.9 dS/m, respectivamente. Cada incremento en la salinidad sobre el cultivar semienano al principio redujo el rendimiento por un 3 % y a los dos cultivares durum por 3.8 %. Estos resultados colocan a las dos especies en la categoría de tolerantes a las sales. El incremento vegetativo en las dos especies fue disminuido más por la salinidad del suelo que el rendimiento del grano. Ambas especies fueron menos tolerantes a la sal en la germinación que fue presentada en el crecimiento de las 3 hojas.

Francois y colaboradores (17), realizaron una investigación con dos cultivares de Triticale, (Beaguelita 's' y Cananea 79), los cuales fueron cultivados en suelos arcillosos y regados con aguas salinizadas con cloruro de sodio (NaCl) y

cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) (1:1). Las conductividades eléctricas promedio del agua de riego en el estrato de 0 - 120 cm, fueron de 3.2, 4.1, 5.4, 7.3, 8.1 y 9.4 dS/m en el primer año y 3.0, 4.2, 5.7, 7.9, 9.5 y 10.6 dS/m en el segundo año para los seis tratamientos, respectivamente. Se realizaron lecturas de producción de grano, crecimiento vegetativo y la germinación.

El rendimiento de grano relativo de los dos cultivos no fue afectado por la salinidad promedio de conductividad eléctrica de 7.3 dS/m en el estrato 0-120 cm. del extrato de saturación. Por cada unidad incrementada en la conductividad eléctrica promedio mayor de 7.3 dS/m, se reducía el rendimiento en un 2.8 %. Esto nos indica que el Triticale es tolerante a las sales.

La reducción de la producción se debió principalmente a una disminución en el número de espigas que a un peso más bajo de espiga ó de la semilla, individual. La salinidad redujo el crecimiento vegetativo menos que en la producción de grano en Cananea 79 pero más en Beaguelita `s`. Ambos cultivares fueron un poco menos tolerantes a las sales en la germinación que después de la etapa de crecimiento de las tres hojas.

Fowler (13) desarrolló un experimento, utilizando los siguientes cultivos: centeno (Secale cereale L. Cougar), y Trigo (Triticum aestivum L. Sundance), para la siembra de otoño

y trigo (Triticum aestivum L. Neepawa), cebada (Hordeum vulgare L. Bonanza), avena (Avena sativa L. Garry), colza (Brassica campestris L. Torch) y Lino (Linum usitatissimum L. Noralta), los cuales fueron cultivados hasta su madurez en suelos con valores de conductividad eléctrica promedio en el estrato 0-60 cm. de 1.3, 3.2, 5.5, 11.4 y 1.5, 3.4, 5.5, 12.5, 22.7 dS/m durante el primero y segundo año respectivamente, realizándose lecturas de altura de planta, rendimiento del grano y peso seco de la planta.

El rendimiento de los seis cultivos, no estuvo afectado por la salinidad del suelo, hasta un valor promedio de conductividad eléctrica de 3.65 dS/m en el estrato 0-60 cm, del extracto de saturación. Por cada unidad incrementada en la conductividad eléctrica promedio, mayor de 3.65 dS/m, se reducía el rendimiento un 10.2 %. Tanto la altura como el peso seco de la planta estuvieron menos afectados por los incrementos de la conductividad eléctrica promedio del suelo. Además se encontró que la máxima conductividad tolerada por los cultivos fué de 12.4 dS/m, y no hubo una diferencia significativa entre las especies que fueron sembradas en diferentes condiciones climáticas. Debido a los resultados anteriores, estos cultivos se consideran como tolerantes a las sales.

## 2.6. Definición del Nivel Freático.

El nivel freático se considera como el límite inferior en

la zona potencial de raíces. Debajo de la capa freática todos los poros del suelo están llenos de agua y por lo tanto, sin-aereación, prevaleciendo condiciones anaerobicas, esta zona es frecuentemente denominada como la zona saturada.

Normalmente al acercarse el nivel freático a la superficie aumenta el contenido de humedad y el contenido de aire decrece (28).

Cuando las aguas freáticas salinizadas se encuentran proximas a la superficie del terreno (menos de 2 m), éste puede salinizarse como consecuencia del aporte capilar de sales procedentes del agua freática; que se acumulan en los horizontes superiores. Las sales así acumuladas pueden permanecer en solución del suelo provocando dificultades en el desarrollo de los cultivos (29).

## 2.7. Efectos del Nivel Freático en los cultivos.

Un adecuado abastecimiento de agua al suelo es esencial para el crecimiento de la planta y para transportar los nutrientes de las raíces, pero el agua excesiva en la zona radicular es un problema para muchos cultivos. El agua excesiva puede reducir el rendimiento en una variedad de formas. Si esta humedad toma un gran tiempo para secar el suelo, la siembra puede ser retrasada. Si las semillas son sembradas en suelos relativamente húmedos, estas pueden tardar en germinar



o morir poco después de la germinación. Si la inundación ocurre después de la germinación, las plantas jóvenes pueden no sobrevivir. Altos niveles freáticos en el campo podrían restringir el crecimiento de las raíces, las plantas se vuelven más susceptibles a las enfermedades, deficiencia de nitrógeno debida a el lavado de nitratos o la desnitrificación y el desarrollo de sustancias tóxicas, ambas causadas por falta de oxígeno en el suelo.

Varios autores citados por Kanwar (23), coinciden en que las condiciones de humedad excesiva en la zona radicular están siempre acompañadas por deficiencias de oxígeno, y las raíces son dañadas si las condiciones de inundación prevalecen, ya que la mayoría de los cultivos respiran mediante el intercambio gaseoso en la zona radicular, por lo tanto, las raíces de las plantas absorben oxígeno del aire del suelo y eliminan dióxido de carbono. En los suelos con alto nivel freático, las deficiencias de oxígeno restringen severamente la respiración de la planta, lo cual afecta directamente el crecimiento de las raíces y su habilidad para absorber nutrientes. El oxígeno se difunde a través de los poros llenados de agua, y consecuentemente, la tasa de difusión del oxígeno a través del agua, es frecuentemente el factor limitante en la respiración de la raíz.

Benz et. al., citados por Kanwar (18), encontraron que la profundidad del nivel freático para un rendimiento máximo

de la alfalfa fue de 1.5 m y que el riego fué necesario cuando el nivel freático fue mantenido a ésta profundidad óptima.

Los resultados de Carter, citado por Gayle (18), mostraron que el exceso de agua reducía el rendimiento de la caña de azúcar, especialmente si el exceso de agua ocurría durante la estación de dormancia. Por su parte Gosnell, citado por Gayle (18), estudió el efecto de la elevación del nivel freático sobre el crecimiento de la caña de azúcar encontrando que ésta no germinaba si la profundidad del manto freático era menor que 25 cm. Ocurrió buena germinación cuando el nivel fue más bajo que 50 cm. el crecimiento podría continuar, pero el rendimiento final no podía ser más alto que si tuviese un nivel freático más profundo.

Watson y colaboradores, citados por Stanley (35), encontraron que la excesiva agua en el suelo, redujo más los rendimientos en cebada (Hedeum vulgare L.), trigo (Triticum aestivum L.) y avena (Avena fatua L.), durante la estación de crecimiento temprano, que en el tardío.

Kanwar et. al., (23), realizaron un experimento sobre la respuesta del maíz a la fluctuación natural del nivel freático en diferentes estados de crecimiento, durante tres años, encontrando que cuando la profundidad del nivel freático es menor de 40 cm. en la etapa temprana de la estación de creci-

miento, puede reducir significativamente los rendimientos del maíz como resultado de la disminución de las plantas y el pobre crecimiento del cultivo debido al exceso de humedad.

Alvino y Zerbi (2), reportaron que la producción de grano en maíz, decrece cuando se incrementa la profundidad del manto freático con cambios, siendo más rápido en condiciones de precipitación que en condiciones de riego.

La altura de la planta decrece cuando la profundidad del manto freático aumenta.

Carter et. al., (10), dirigieron un experimento para determinar los efectos de 3, 6 y 9 días de inundación, durante las etapas vegetativa e inflorescencia por inducción, sobre el rendimiento de maíz dulce, encontrando que el rendimiento de maíz dulce, estuvo afectado más por el período de inundación de 9 días en las etapas vegetativas y de inflorescencia por inducción siendo estas de un 77 y 61 % menos respectivamente, que los tratamientos con buen drenaje. Estos resultados indican que el maíz es altamente susceptible al exceso de agua durante la etapa vegetativa.

Saukko, citado por Luthin (24), reportó que el centeno y la cebada durante el período de maduración del grano podrían tolerar bastante bien capas delgadas de agua por un mes y siempre que el cultivo no sufre por acción de las ondas.

El trigo de primavera mostró más o menos la misma tolerancia a la inundación que la avena, pero en las condiciones que reporta California, se considera que el trigo es más tolerante que la cebada y la avena.

## 2.8. Componentes del Rendimiento.

Poehlman, (30), menciona que la capacidad intrínseca del rendimiento, puede quedar expresada por características morfológicas de la planta como el amacollamiento, la longitud y la densidad de la espiga, el número de granos por espiguilla, o el tamaño del grano. Sin embargo, ninguno de estos componentes físicos del rendimiento pueden considerarse por sí mismos como un índice del rendimiento.

El mismo autor sugiere que una variedad de una especie de cereal menor como el trigo puede considerarse semejante a una caja, en lo que concierne al rendimiento. Para representar las tres dimensiones de dicha caja se pueden usar a).- El número de espigas por unidad de superficie; b).- El número de granos por espiga y c).- El peso medio por grano. El volumen de la caja que representará el rendimiento de la variedad está determinado por el producto de estos tres componentes. Un incremento en cualquiera de los tres determinará un aumento del rendimiento total, siempre y cuando no haya disminución

correspondientes en los otros dos componentes.

Cardozo (9), en sus resultados encontró que el número de espigas por metro cuadrado y el peso de grano por espiga, tienden a correlacionarse positivamente con el rendimiento.

Ibarra (22), observó tendencias de reducción del rendimiento, debidas principalmente al factor densidad de siembra, el cual tuvo marcada influencia sobre los componentes del rendimiento, número de espigas y número de granos por espiga, pero no así sobre el peso de las semillas, variable que resultó afectada por la fecha de siembra subóptima y altas temperaturas en la etapa de postfloración.

Por otra parte Adams y Grafius, citados por Ibarra (22), encontraron que el rendimiento de grano de los cereales de grano pequeño está determinado principalmente por tres componentes: número de espigas por unidad de superficie, número de granos por espiga y peso de granos. Sin embargo, el mejoramiento genético de cualquiera de estos tres componentes aisladamente no necesariamente incrementa el rendimiento debido a las relaciones entre ellos durante la secuencia de su desarrollo, que generalmente resulta en la compensación de componentes u oscilación compensatoria.

Hernández (20), encontró para el rendimiento de grano por planta y altura de planta una correlación negativa; en cam-

bio, para el número de espiguillas por espiga, longitud de espiga y granos por espiga, encontró una correlación positiva y altamente significativa.

Alvarez (1), en su trabajo con trigo encontró en el análisis de correlación que la variable número de granos por espiga tiene un tipo de asociación positiva y altamente significativa con longitud de espiga y número de espiguillas por espiga, además positiva y significativa con peso del grano por planta.

Getinet et. al., (19), menciona que en un estudio de las relaciones entre producción de grano y componentes de producción, duración del período vegetativo y llenado de grano en trigo; encontró que el número de espigas por metro cuadrado parecen estar asociadas con el corto período del llenado del grano, también encontró que el período vegetativo tiene una influencia positiva en granos por espiga y peso de grano los cuáles tienen efectos positivos en el rendimiento.

Marinato (26), observó que el tamaño de las espigas tiene una gran influencia en el rendimiento del grano, ya que los tratamientos con mayores tamaños de espiga fueron también los mejores productores de grano.

Ibarra (21), en una prueba de variedades encontró que el

rendimiento de grano está correlacionado positiva y significativamente con el promedio de semillas por espiguilla y el número de semillas por espiga; en cambio el número de espiguillas por espiga estuvo correlacionado en forma negativa y significativamente con el rendimiento del grano.

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización.

En el estado de Tamaulipas, se encuentra la ciudad de Río Bravo, situada en el paralelo 25° 59' Latitud Norte y el meridiano 98° 6' Longitud Oeste; con una altura media sobre el nivel del mar de 30 metros.

#### 3.2. Clima.

La temperatura media mensual, varía de 15.6 °C en el mes de enero y 30.2 °C en el mes de agosto, con una precipitación media anual de 517 mm, cuyos meses lluviosos son, agosto y septiembre, con una precipitación media mensual 67.4 y 90.8 mm respectivamente.

#### 3.3. Cultivo.

En la región de Río Bravo, se cultiva principalmente el trigo, bajo una agricultura de riego, con diversidad de variedades en las que se encuentran la CIANO T-79, Tonichi S-81 Cucurpe S-86, Galvez M-87, Ocoroni F-86, Papago M-86, Esmeralda M-86 y Opata M-85. La fecha de siembra es del 20 de noviembre al 20 de diciembre, con una duración del ciclo de 120 días.

En ésta región, se seleccionó el lote 12680, que se encuentra a 10 km de la ciudad, sobre la brecha E-120 y N-14 (Fig. 1).



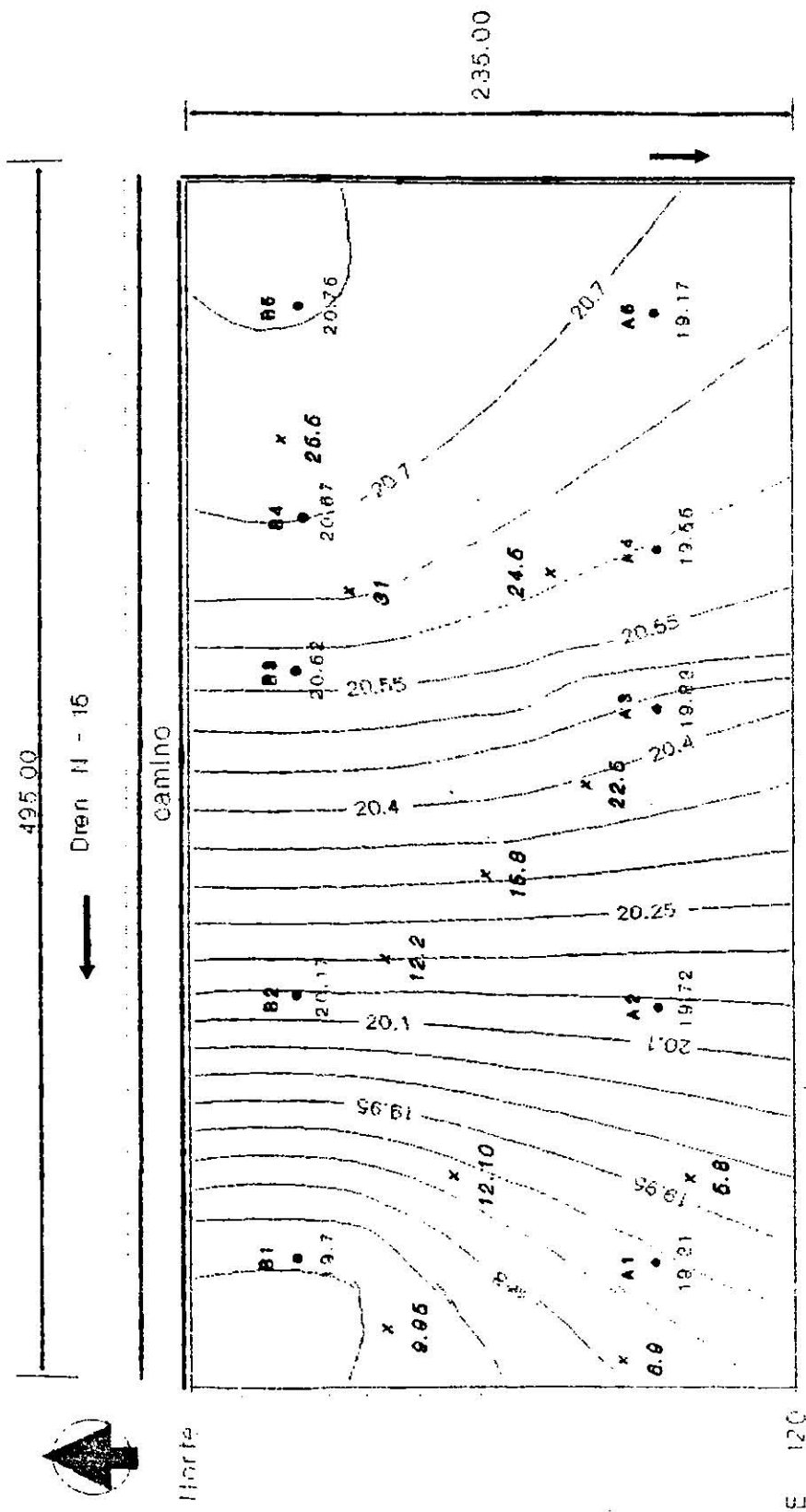


Fig. 1.- Plano de curvas a nivel y localizacion de pozos  
 ESC. 1 : 3,000

**SIMBOLOGIA**

o POZOS DE OBSERVACION

x - PUNTOS DE COSECHA (C.E. 68/m)

<b>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON</b>	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO BAJO RIO BRAVO, TAMPS.	
PLANO: CURVAS A NIVEL Y LOCALIZACION DE POZOS	
EJECUTO: GABRIEL ACOSTA FELIPE TORRES ROSSANO CLARA MAR GUIRINO N	ABESOR: J PEO PISSEANI Z DIBUJO: GABRIEL ACOSTA LOTE N° 12850
ESCALA: 1 : 3,000	AREA: 66,102.60 M <sup>2</sup> FECHA: 10 MARZO 1990

### 3. 4. Delimitación.

Se fijaron los límites del área experimental, trazándose una poligonal de 4 lados, con una área de 6.00 has. Y se acotaron los pozos de observación sobre el terreno (Fig. 1).

### 3. 5. Localización de Pozos.

Se fijaron los pozos de observación, con la finalidad de medir la profundidad del nivel freático, y tomar muestras de agua freática para analizar su calidad. Al construir los pozos de observación se realizó simultáneamente el estudio de suelos, para lo cual se tomaron muestras de cada estrato del suelo, determinándose: su textura al tacto, el color en húmedo, consistencia, reacción al (HCl), y el espesor del estrato. Las muestras de suelo, se obtuvieron por medio de una barrena holandesa de tipo abierta, preparándose para su análisis en el laboratorio.

### 3. 6. Medición de la Conductividad Hidráulica.

En los pozos que se establecieron se realizó la medición de la conductividad hidráulica, por el método del agujero de barrena en pozos simples, el cual fué propuesto por Hooghout y Ernst (30).

### 3. 7. Establecimiento de los Pozos de Observación.

Como las perforaciones que se realizarón no es posible mantenerlas intactas durante largo tiempo, se le además con un

tubo de PVC sanitario de 5 cm de diámetro y 2.0 m de largo, al cual se le realizarón perforaciones a su alrededor, para que fluya el agua a todo lo largo del mismo, a los tubos se les colocó un filtro de polixel, para evitar que se obturen. Posterior a ésto se incaron los tubos y se rellenaron los pozos con gravilla.

### 3. 8. Lecturas del Nivel Freático.

Se registró la profundidad del nivel freático con respecto a la superficie del suelo, la cual se obtuvo mediante una sonda acústica. Las lecturas del nivel freático, se realizaron con un intervalo de 20 días y sirvieron para analizar las fluctuaciones del nivel freático en el período que duró el ciclo del cultivo desde que se establecieron los pozos, hasta finalizar el ciclo del cultivo.

### 3. 9. Toma de Muestras del Agua Freática.

Los pozos de observación, sirvieron para obtener muestras de agua, que se enviaron al laboratorio del Departamento de Riego y Drenaje de la SARH, de Río Bravo, Tamps., para determinar la calidad de la misma. Las muestras de agua se colectaron en botes de plástico, de capacidad de un litro, previamente identificados. Las muestras de agua se obtuvieron con niples galvanizados de 3.5 cm de diámetro y 5 cm de largo, tapados de un extremo, a los cuales se les sujetó por medio de una extensión de hilo.

### 3. 10. Manejo del Cultivo.

La preparación del terreno se realizó como se hace comúnmente en la zona, efectuándose un subsoleo cruzado y dos pasos de rastra, trazo de surcos y trazo de regaderas.

La siembra se realizó en forma mecánica con humedad de lluvia, el 24 de diciembre de 1989, a hilera sencilla en surcos con una separación entre ellos de 0.25 m, la densidad de siembra fué de 100 kg/ha. de semilla, utilizando la variedad Esmeralda M86.

Durante el ciclo, se dieron dos riegos de auxilio, siendo el primero el día 30 de enero, y el segundo el 31 de marzo de 1990.

Se utilizó para fertilizar la fórmula 120-80-0 la que se aplicó en noviembre (al preparar el suelo). La fuente de nitrógeno fué sulfato de amonio (21%), y la de fósforo superfosfato de calcio triple (46 de  $P_2O_5$ ).

### 3.11. Muestreo de Cosecha.

El muestreo de cosecha se realizó en dos fases y son las siguientes:

- 1.- Se seleccionaron los puntos de cosecha, de acuerdo a la salinidad aparente (determinada por el crecimiento vegetativo del cultivo). Complementándose con un método expeditivo de campo, propuesto por Pissani (29), midiéndose la concentración de sales solubles, se determinaron cinco niveles de salinidad aparente de los cuales están entre

los rangos siguientes.

Nivel	Conductividad Eléctrica (C.E. x 10 <sup>3</sup> ) (dS/m)
1	0 - 4
2	4 - 8
3	8 - 12
4	12 - 16
5	> - 16

2.- En los puntos de cosecha, se muestreó el suelo a profundidades de 0-30 y 30-60 cm. para posteriormente, realizar con dichas muestras, los análisis necesarios para determinar la salinidad y fertilidad de los puntos de cosecha. Los muestreos se realizaron al establecimiento del cultivo.

El criterio de muestreo de cosecha se efectuó bajo las normas del proyecto de mejoramiento de la S. A. R. H. de Río Bravo Tamps.

### 3. 12. Componentes del Rendimiento Estudiadas:

Número de espiguillas por espiga.

Se seleccionaron al azar 30 espigas por cada parcela experimental para posteriormente realizar el conteo de espiguillas por espiga y finalmente obtener un promedio.

Número de granos por espiga.

De las 30 espigas seleccionadas por parcela, se trillaron en forma manual y se contaron los granos por espiga para después obtener un promedio de granos por espiga.

Longitud de espiga (cm).

De las 30 espigas cosechadas al azar, de cada una de las parcelas, se midieron cada una de ellas, desde la base de la espiga hasta la parte superior, sin considerar la longitud de las barbas para finalmente sacar un promedio.

Peso de 1000 granos (g).

Se tomaron 30 muestras de 100 granos de trigo al azar, y se pesaron para después hacer la conversión a 1000 granos.

Peso de granos por espiga (g).

Las plantas con competencia, cosechadas en cada parcela se trillaron; el grano se llevó a humedad constante, se determinó su peso y se dividió entre el número de plantas cosechadas.

Número de granos por espiguilla.

Se dividió el número de granos por espiga entre el número de espiguillas por espiga de cada una de las 30 espigas tomadas al azar para así obtener un promedio.

Altura total de la planta (cm).

Se tomaron al azar 30 plantas de trigo con competencia en cada parcela y se midieron desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la espiga sin tomar en cuenta las barbas.

Volúmen de 100 semillas.

Se tomaron 30 muestras de 100 granos de trigo al azar y se determinó su volúmen desplazado en agua.

Número de espigas por metro cuadrado.

Las plantas con competencia cosechadas en cada parcela, fueron contadas para determinar el número de espigas por metro cuadrado.

Número de granos por metro cuadrado.

Las plantas cosechadas en cada parcela fueron trilladas manualmente y se contaron el total de granos contenidos en ellas, obteniendo así el número de granos por metro cuadrado.

Rendimiento por hectárea.

El rendimiento por hectárea fué calculado mediante una regla de tres simple, considerando como base el rendimiento por parcela experimental.

### 3.13. Cuantificación de Variables.

#### Manto freático:

Profundidad en un lapso de 20 días

Calidad del agua freática cada 20 días.

#### Suelos:

Salinidad

Fertilidad

#### Cosecha:

Rendimiento del grano (kg/ha)

Variables del rendimiento:

X1.- Altura de planta

X2.- Longitud de espiga

X3.- # de espiguillas / espiga

X4.- # de granos / espiguilla

X5.- # de granos / espiga

X6.- # de espigas /m<sup>2</sup>

X7.- # de granos / m<sup>2</sup>

X8.- Peso de 1000 semillas.

X9.- Volumen de 100 semillas

X10.- Rendimiento de grano por planta.

#### Determinaciones Químicas y Físicas.

##### Químicas:

Determinación:

Método:

pH

Potenciómetro

Nitrógeno total

Método de Kjeldahl



Fósforo admisible (kg/ha)	Método de Olsen
Materia orgánica (%)	Walkley-Black
Conductividad Eléctrica	Puente de Wheastone
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	Titulación con versenato
Magnesio (Mg )	Titulación con versenato
Sodio (Na <sup>++</sup> )	Espectofotómetro
Carbonato (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Titulación con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Titulación con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Cloro (Cl <sup>-</sup> )	Titulación con HgNO
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	Gravimétrico, precipitación de --- BaSO <sub>4</sub>

#### Físicas:

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

### 3. 14. Análisis Estadístico.

El análisis estadístico fué realizado para probar el efecto de las sales y del manto freático sobre el rendimiento así como para determinar el efecto de las sales predominantes sobre el rendimiento del grano, y además para identificar cuales fueron los componentes que determinaron el rendimiento final.

### 3. 14. 1. Correlaciones.

Se hicieron análisis de correlación para determinar la relación entre las concentraciones de los iones en el suelo y -- los componentes del rendimiento

### 3. 14. 2. Análisis de Regresión Lineal Simple.

Este fué conducido para determinar como actúan cada una - de las variables cuantificadas sobre el rendimiento de grano por unidad de área.

### 3. 14. 3. Análisis de Regresión Múltiple.

Se realizó un análisis de regresión múltiple con selección del modelo por el método Stepwise para establecer la relación funcional entre el rendimiento y la concentración de - diferentes iones en el suelo.

También se realizó una regresión múltiple entre el rendimiento como variable dependiente y los componentes del rendimiento como variables independientes.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Análisis de Salinidad, Físicos y de Fertilidad del Suelo

Los resultados de los análisis de salinidad, físicos incluyendo en éstos la conductividad hidráulica (CH), y de fertilidad del suelo, correspondientes a las muestras de suelo, -obtenidas durante la construcción de los pozos de observación y de las muestras en los puntos de cosecha, se presentan clasificadas por su grado de salinidad según Massoud, citado por Pizarro (29), en los Cuadros 5A, 6A, 7A, 8A, 9A y 10A del apéndice II.

De acuerdo con los Cuadros 5A, 6A y 7A, del apéndice II, se puede observar que según la clasificación agronómica dada por Massoud, citado por Pizarro (29), el suelo en el cual se realizó el experimento se clasifica como sódico - salino, ya que se obtuvieron valores de conductividad eléctrica, que fluctúan entre 6.20 y 43.0 dS/m; y con un contenido de sodio máximo de 264 meq/lto. y un mínimo de 23 meq/lto.

Con respecto a los Cuadros 8A, 9A y 10A del apéndice II, se observa que se cuenta con un suelo extremadamente pobre tanto en materia orgánica, como en nitrógeno total y fósforo disponible. De acuerdo a la clasificación de textura se clasifica como un suelo arcilloso; con una conductividad hidráulica generalmente lenta.

Con los Cuadros 5A, 6A y 8A del apéndice II, se construyó el Cuadro 1, con el cual se realizaron los análisis estadísticos.

En el Cuadro 1. se puede observar que se obtuvieron valores altos de conductividad eléctrica la cual fluctúa entre 5.80 y 15.80 a su vez se puede observar que en cuanto aumenta la conductividad eléctrica, el rendimiento sufre un decremento, y aumenta su concentración el cloro (151.15 meq/lto), y el sodio (89 meq/lto). Así mismo se aprecia que el nivel freático fluctuó entre los 75 y 128 cm. En cuanto a fertilidad se observan valores muy bajos.

#### 4.2. Freametría y Calidad del Agua Freática

Los análisis de salinidad del agua freática, obtenida de los pozos de observación, correspondientes a las muestras de agua colectadas en los meses de marzo (día 10 y 30), y abril se presentan en los Cuadros 11A y 12A del apéndice III.

En la Figura 2 se observa que el manto freático se mantuvo elevado durante las primeras etapas vegetativas del cultivo, lo cual fué perjudicial para el cultivo reflejandose en un bajo rendimiento. Así mismo se puede observar que las mayores profundidades del nivel freático se presentó cuando el cultivo se encontraba en pleno espigamiento.

De acuerdo a los resultados de los análisis químicos del

Cuadro (1).- Rendimiento en grano (kg/ha), resultados de los análisis de salinidad promedio entre los estratos de suelo 0-30 y 30-60 cm., freametría y fertilidad de los puntos de cosecha.

RTO	S A L I N I D A D							F R E A M E T R I A			F E R T I L I D A D		
	CEx 10 <sup>3</sup>	C A T I O N E S Meq/Lto.			A N I O N E S Meq/Lto.			Profundidad del nivel freático (cm.)			%	Epm	
Kg/ha	dS/m	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sup>4--</sup>	MARZO	MARZO	ABRIL	MATERIA ORGÁNICA	NITROGENO TOTAL	FOSFORO DISPONIBLE
2403.30	6.90	26.50	13.00	29.50	2.40	46.30	20.30	82	128	75	1.180	0.068	13.18
2224.50	5.80	20.50	10.00	27.50	2.40	31.30	24.30	82	128	75	0.790	0.045	9.87
839.30	9.95	34.70	16.75	48.00	2.40	76.05	21.00	84	103	79	1.144	0.083	7.76
525.60	12.10	39.10	20.85	61.00	2.40	108.80	09.80	84	109	80	1.770	0.102	7.76
275.40	12.20	31.70	20.75	69.50	2.40	096.30	23.30	82	098	79	1.120	0.064	1.04
63.10	15.80	48.70	20.25	89.00	6.30	151.15	3.80	84	100	85	2.100	0.076	18.15

n i v e l f r e a t i c o

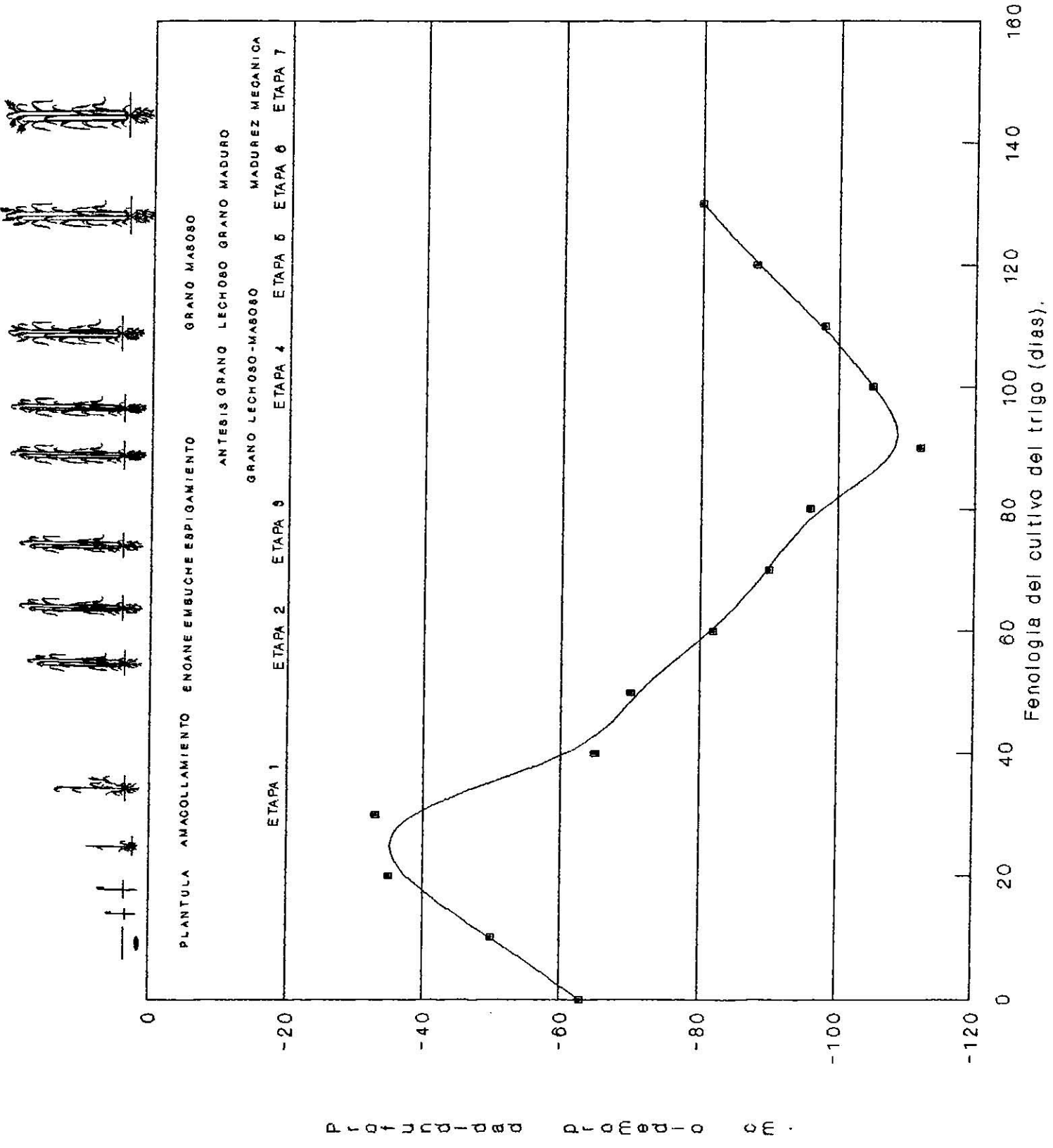


Fig. 2.- Comportamiento del nivel freático durante el período vegetativo del cultivo de Trigo

agua freática de los Cuadros 11A y 12A del apéndice III se clasifican como C4S4, C4S3 (agua muy altamente salina y alta en sodio) y C4S2 (agua muy altamente salina y media en sodio) que pueden producir niveles perjudiciales de sodio intercambiable en el suelo, motivo que hace más necesario un buen drenaje sobre todo por la textura arcillosa del suelo.

La profundidad del nivel freático resultó la variable -- más altamente correlacionada con el rendimiento ( $R=0.96$   $n=6$ ), está es para el rango de profundidades que tenemos (75 a 128 cm), y para las condiciones físicas y climáticas de este lugar. Esta correlación es positiva lo cual nos indica que cuanto mayor sea la profundidad del manto freático mayor será el rendimiento, siempre y cuando esta no exceda del rango dado ya que en ocasiones el alto nivel del freático sirve para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo cuando las -- condiciones climáticas son adversas. Además de que la mayor profundidad (128 cm), se presentó en una etapa crítica del cultivo (espigamiento), lo cual podemos observar en la figura 2.

Manrique (25) concluye que la profundidad óptima del nivel freático, fluctúa entre los 80 - 120 cm. para el cultivo de trigo.

Wesseling (38), menciona que el rango ideal del nivel freático varía entre los 90 - 150 cm dependiendo del tipo de

suelo, de la etapa de desarrollo de la planta y de las condiciones climatológicas.

Los planos de las curvas isobatas, de los meses de Marzo y Abril, se encuentran en las Figuras 1, 2 y 3 del apéndice IV los cuales se realizaron cada 20 días. En las Figuras 1 y 3 del apéndice IV se puede observar claramente que dichos planos son los que presentan una mayor área de afectación de nivel freático elevado, el cual fluctúa entre 0.66 mts. y 0.86 mts. con respecto a la superficie del terreno; este incremento se presenta posterior a los riegos de auxilio que recibió el cultivo.

Así mismo en la Figura 3 del apéndice IV se puede observar que los pozos B2 a B6 presentan un nivel freático elevado con respecto al resto de los pozos, lo cual podemos concluir que dichos pozos estaban siendo recargados por el dren N-15.

En los planos de isohypsas se observan las líneas de flujo del nivel freático, las cuales describen su trayectoria de la cota mayor a la cota menor respectivamente. En las Figuras 4 - 8 del apéndice IV el flujo de las líneas de corrientes describen una trayectoria similar las cuales tienen su origen entre los pozos A2 y A3, donde son divergentes con direcciones suroeste y sureste, lo cual indica que ahí se encuentra una fuente de recarga natural.



#### 4.3. Rendimiento de Grano y sus Componentes.

Los rendimientos en grano y los componentes del rendimiento estudiado, obtenidos en los diferentes puntos de cosecha, se encuentran en los cuadros 13A a 22A del apéndice V, así como el rendimiento se puede observar en el Cuadro 1.

En el Cuadro 13A del apéndice V, que corresponde al carácter altura de planta se observa que el rango de alturas -- que se presentó fue de 10.80 a 72.80 cm. en los diferentes valores de salinidad.

En el Cuadro 14A del apéndice V, correspondiente al componente longitud de espiga, en el cual se observa un rango de longitud de espiga entre 3.0 y 8.4 cm correspondiendo la mayor longitud al menor valor de conductividad eléctrica.

En el Cuadro 15A del apéndice V, que corresponde al componente granos por espiga, se observa que el mayor número de granos por espiga fue de 28 y el menor número que se presentó fue de 1.

En el Cuadro 17A del apéndice V, correspondiente al componente espiguillas por espiga; con respecto a este carácter se puede observar que el número de espiguillas por espiga varía desde 4 a 13, presentándose los valores de mayores en los niveles de salinidad mas bajos.

En el Cuadro 18A del apéndice V, se puede observar el carácter granos por espiguilla del cual se concluye que se presenta un rango que varía de 0.14 a 2.75.

En el Cuadro 19A del apéndice V, se observa que para el componente peso de 1000 semillas se presenta un valor máximo de 34.50 gr. el cual corresponde a un nivel de salinidad de 5.8 dS/m; y un valor mínimo de 12.20 gr. para un nivel de salinidad de 15.80 dS/m.

En el Cuadro 20A del apéndice V, que corresponde al carácter espigas por metro cuadrado se observa que no hubo gran variación en los diferentes niveles de salinidad ya que en los niveles de 5.8 hasta 12.10 dS/m se presentó un rango entre 318 a 373 espigas por metro cuadrado.

En el Cuadro 21A del apéndice V, correspondiente al componente granos por metro cuadrado se observa que el mayor número de granos por metro cuadrado (7861), corresponde a un nivel de salinidad de 6.90 dS/m. y valor mínimo (446), que corresponde a un nivel de salinidad de 15.80 dS/m.

En el Cuadro 22A del apéndice V, que corresponde al componente peso por planta se puede observar que una gran variación entre los diferentes niveles de salinidad ya que varía entre 0.0369 - 0.7217 gr., correspondiendo el mayor valor a

los menores niveles de conductividad eléctrica.

#### 4.4. Correlaciones.

En el Cuadro 2, se presentan las correlaciones obtenidas con las 14 variables del cuadro 1. En el cual se observa que el rendimiento se correlaciona alta y positivamente con la profundidad del nivel freático en marzo ( $R=0.96$ ), esto para el rango de profundidades que tenemos (75 a 128 cm). La conductividad eléctrica (dS/m) promedio, el magnesio y el sodio están altamente correlacionadas con el rendimiento con  $R=-0.94$  y los cloruros ( $R= -0.91$ ). La profundidad del nivel freático del mes de abril presenta también una correlación alta ( $R = 0.88$ ), y por último el calcio que presenta una correlación alta de  $R=-0.84$ .

Las correlaciones mencionadas, son negativas con excepción del nivel freático.

Esta correlación negativa, tanto de la conductividad eléctrica (dS/m), promedio como los iones, sobre el rendimiento es debida principalmente a los efectos osmóticos y tóxicos que propician en la planta, lo cual al incrementarse cualquiera de estos el rendimiento se vería afectado.

En el Cuadro 2, se muestra que los iones sodio, cloruro calcio y magnesio tienen una correlación positiva y significativa, con respecto a la conductividad eléctrica (dS/m), promedio a excepción del ion sulfato y bicarbonato, que presenta una correlación negativa con el resto de los iones estudiados

Cuadro (2).- Resultados obtenidos de los análisis de correlación entre el rendimiento en grano (kg/ha.),  
y las variables mencionadas dentro del Cuadro 1.

CEx10 <sup>3</sup>	- .94**																		
Ca <sup>++</sup>	- .84*	.94**																	
Mg <sup>++</sup>	- .94**	.91**	.81*																
Na <sup>+</sup>	- .94**	.99**	.89*	.89*															
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	- .48 <sup>NS</sup>	.71 <sup>NS</sup>	.75 <sup>NS</sup>	.36 <sup>NS</sup>	.72 <sup>NS</sup>														
Cl <sup>-</sup>	- .91**	.99**	-.89*	.88*	.97**	.74 <sup>NS</sup>													
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	- .57 <sup>NS</sup>	-.77 <sup>NS</sup>	-.81*	-.59 <sup>NS</sup>	-.72 <sup>NS</sup>	-.78 <sup>NS</sup>	-.84*												
Marzo	- .63 <sup>NS</sup>	.64 <sup>NS</sup>	-.75 <sup>NS</sup>	.56 <sup>NS</sup>	.55 <sup>NS</sup>	.45 <sup>NS</sup>	.67 <sup>NS</sup>	-.73 <sup>NS</sup>											
Marzo	.96**	.87*	.97**	-.89*	-.87*	-.39 <sup>NS</sup>	.81*	.40 <sup>NS</sup>	-.56 <sup>NS</sup>										
Abril	.88*	.97**	.94**	.79 <sup>NS</sup>	.95**	.81*	.96**	-.83*	.74 <sup>NS</sup>	-.80 <sup>NS</sup>									
M.O.	- .66 <sup>NS</sup>	.85*	.93**	.71 <sup>NS</sup>	.79 <sup>NS</sup>	.76 <sup>NS</sup>	.90*	-.98**	.72 <sup>NS</sup>	.51 <sup>NS</sup>	.87 <sup>NS</sup>								
N	- .55 <sup>NS</sup>	.54 <sup>NS</sup>	.67 <sup>NS</sup>	.69 <sup>NS</sup>	.42 <sup>NS</sup>	.93 <sup>NS</sup>	.57 <sup>NS</sup>	.61 <sup>NS</sup>	.89 <sup>NS</sup>	.47 <sup>NS</sup>	.50 <sup>NS</sup>	.67 <sup>NS</sup>							
P	.15 <sup>NS</sup>	.14 <sup>NS</sup>	.36 <sup>NS</sup>	-.21 <sup>NS</sup>	.10 <sup>NS</sup>	.73 <sup>NS</sup>	.23 <sup>NS</sup>	.61 <sup>NS</sup>	.30 <sup>NS</sup>	.26 <sup>NS</sup>	.32 <sup>NS</sup>	.51 <sup>NS</sup>	.00 <sup>NS</sup>						
	Rendim. (kg/ha)	CEx10 <sup>3</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Marzo	Marzo	Abril	M.O.	N						

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

NS No significativo

n= 6

lo cual indica que al haber un aumento de sulfato, existe una disminución del resto de los iones, principalmente de calcio y cloruro.

El ion sulfato en concentraciones altas causa sensibilidad específica en un número de plantas, esto se debe a que limita la absorción de calcio. Las altas concentraciones de sulfato disminuyen el calcio y aumentan el sodio y potasio absorbidos por las plantas, es decir, ocasiona un desbalance de cationes dentro de la planta. (7)

En el Cuadro 2 también se puede observar que los iones más altamente correlacionados entre sí son:

Sodio - Cloro (R - 0.97)

Concluyendo con esto que la sal predominante en el suelo dentro del estrato 0 - 60 cm. son : Cloruro de Sodio (NaCl)

En el Cuadro 3, se presentan las correlaciones obtenidas con los análisis de salinidad, ( Cuadro 1 ) y los componentes del rendimiento (Cuadros 13A a 21A del apéndice V).

De acuerdo con el análisis de correlación, se observó que los dos componentes del rendimiento, peso de 1000 semilla y granos/m<sup>2</sup>, fueron significativamente asociados con la conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos 0-30 y 30-60 cm. de las muestras de suelo obtenidas en los puntos

Cuadro (3).- Correlaciones entre la conductividad eléctrica (dS/m), promedio de los estratos 0-30 y ---  
30-60 cm. de las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha y los componentes del  
rendimiento.

X1.- Conductividad Electrica (dS/m).

X2.- Altura de planta (cm.)

X3.- Longitud de espiga (cm.)

X4.- Espiguillas por espiga.

X5.- Granos por espiguilla.

X6.- Granos por espiga.

X7.- Volumen de 100 semillas.

X8.- Peso de 1000 semillas.

X9.- Espigas por m<sup>2</sup>

X10.- Peso por planta.

X11.- Granos por m<sup>2</sup>

Cuadro (3).- Correlaciones entre la conductividad eléctrica (dS/m), promedio de los estratos 0-30 y ---  
30-60 cm. de las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha y los componentes del  
rendimiento.

X2																				
X3																				
X4																				
X5																				
X6																				
X7																				
X8																				
X9																				
X10																				
X11																				
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10										

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

NS No significativo

n = 6

de cosecha, con una  $R = -0.97$ , seguida del peso por planta con una  $R = -0.94$ , granos por espiguilla ( $R = -0.87$ ) y altura de planta con una  $R = -0.85$ , volúmen de 100 semillas con ( $R = -0.83$ ).

Las correlaciones antes mencionadas son negativas y significativa y esto indica que hay una buena relación entre las variables y por lo tanto al presentarse un incremento de la conductividad eléctrica (dS/m), promedio, habrá un decremento en los componentes del rendimiento.

Esté análisis se realizó con un número de datos diferente al análisis de regresión (6 datos por cada uno de los componentes), es por eso que la longitud de espiga, espiguillas por espiga, granos por espiga y espigas por metro cuadrado no presentan efecto sobre el rendimiento, lo cuál se puede observar en el Cuadro 3.

Fowler (13), encontró que el peso seco de planta y la altura fueron los primeros componentes influenciados por el incremento del estres por salinidad. Cada unidad de incremento adicional en la conductividad eléctrica del suelo mayor de -- 3.65 dS/m provocarán un decremento de 9.7 y 8.9 %, respectivamente.

En el Cuadro 4, se observan las correlaciones obtenidas entre el rendimiento (kg/ha) y los componentes del rendimiento. De acuerdo con esté análisis podemos observar que los componentes que presentaron efecto sobre el rendimiento son:



Cuadro (4).- Correlaciones entre el rendimiento en grano (kg/ha.), y los componentes del rendimiento.

X1.- Rendimiento en grano (kg/ha.)

X2.- Altura de planta (cm.)

X3.- Longitud de espiga (cm.)

X4.- Espiguillas por espiga.

X5.- Granos por espiguilla.

X6.- Granos por espiga.

X7.- Volumen de 100 semillas.

X8.- Peso de 1000 semillas.

X9.- Espigas por m<sup>2</sup>

X10.- Peso por planta.

X11.- Granos por m<sup>2</sup>

Cuadro (4).- Correlaciones entre el rendimiento en grano (kg/ha.), y los componentes del rendimiento.

X2	.93**																			
X3	.57 <sup>NS</sup>	.74 <sup>NS</sup>																		
X4	.36 <sup>NS</sup>	.64 <sup>NS</sup>	.78 <sup>NS</sup>																	
X5	.72 <sup>NS</sup>	.71 <sup>NS</sup>	.81*	.30 <sup>NS</sup>																
X6	.68 <sup>NS</sup>	.84*	.98**	.79 <sup>NS</sup>	.82**															
X7	.90**	.73 <sup>NS</sup>	.32 <sup>NS</sup>	.09 <sup>NS</sup>	.55 <sup>NS</sup>	.40 <sup>NS</sup>														
X8	.98**	.88 <sup>NS</sup>	.62 <sup>NS</sup>	.29 <sup>NS</sup>	.82*	.70 <sup>NS</sup>	.89*													
X9	.64 <sup>NS</sup>	.36 <sup>NS</sup>	-.03 <sup>NS</sup>	-.47 <sup>NS</sup>	.51 <sup>NS</sup>	.20 <sup>NS</sup>	.71 <sup>NS</sup>	.73 <sup>NS</sup>												
X10	.99**	.95**	.63 <sup>NS</sup>	.42 <sup>NS</sup>	.74 <sup>NS</sup>	.72 <sup>NS</sup>	.89*	.98**	.59 <sup>NS</sup>											
X11	.99**	.87*	.51 <sup>NS</sup>	.22 <sup>NS</sup>	.74 <sup>NS</sup>	.61 <sup>NS</sup>	.93**	.99**	.76 <sup>NS</sup>	.97**										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10										

\*\* Altamente significativo

\* Significativo

NS No significativo

n = 6

peso por planta, granos por metro cuadrado, ambos con una  $R=0.99$ , seguidos de él peso de 1000 semillas con una  $R=0.98$ , altura de planta ( $R=0.93$ ), y volumen de 100 semillas  $R=0.90$ .

Estas correlaciones son positivas, y altamente significativas de acuerdo a esto podemos decir que si se presentan un aumento en cualquiera de estos componentes provocarán un efecto positivo al aumentar el rendimiento, pero siempre y cuando cualquiera de los otros componentes no tengan una disminución.

Los componentes que no estuvieron relacionados con el rendimiento fueron longitud de espiga (cm.), espiguillas por espiga, granos por espiga, granos por espiguilla y espigas por metro cuadrado.

Este análisis se realizó con un menor número de datos (seis), que el análisis de regresión entre el rendimiento y los componentes del rendimiento.

Poehlman, J. M. (30), considerará que los componentes del rendimiento que explican la variación en el rendimiento son: el número de espigas por unidad de superficie, el número de granos por espiga y el peso medio por grano. Esto es básicamente sin tener la limitante de salinidad.

#### 4.5. Análisis de Regresión Lineal Simple.

En el Cuadro 5, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de regresión entre el rendimiento en grano (kg/

Cuadro (5).- Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre el rendimiento en grano (Kg/ha), y las variables mencionadas en el Cuadro 1.

Variable	Método	R	R <sup>2</sup>	suma de cuadrados	gl	B0	B1	SG
CE x 10 <sup>3</sup>	Lineal	0.94191	0.88720	4528327.53499	1	- 256.39868	3736.70282	**
Ca **	Lineal	0.83562	0.69825	3528327.69092	1	- 85.53894	3926.45695	*
Mg ++	Lineal	0.94015	0.88389	4511438.43985	1	- 207.79448	4573.85321	**
Na +	Lineal	0.93843	0.88065	4494900.74628	1	- 39.69459	3202.01598	**
Cl -	Lineal	0.90710	0.82282	4199755.49389	1	- 20.99099	2839.08420	**
PNF del 30 marzo	Lineal	0.96403	0.92936	4743500.75779	1	71.18878	-6846.75481	**
PNF del 20 abril	Lineal	0.88305	0.77978	3980078.69114	1	- 240.46199	28011.61985	**

R = Coeficiente de Correlación

\* Significativo (.05 > P > .01)

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación

\*\* Altamente significativo (P < .01)

gl = grados de libertad

ns No significativo (P > .05)

n = 6

ha) y la conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos de suelo de 0-30 y 30-60 cm. de las muestras de suelo colectadas en los puntos de cosecha, el rendimiento en grano (rto) y el ion calcio, el rto y el ion magnesio, el rto y el ion sodio, el rto y el ion cloruro, el rto y la profundidad del nivel freático (pnf) del 30 Marzo, el rto y (pnf) del 20 de Abril.

En el Cuadro 5, se puede observar las regresiones entre el rendimiento y las variables del Cuadro 1. El coeficiente de determinación (el cual explica el % de variabilidad total que es explicada por el modelo), para la conductividad eléctrica es de  $R^2 = 0.887$ , para calcio es de  $R^2 = 0.692$ , para magnesio es de  $R^2 = 0.883$ , para sodio es de  $R^2 = 0.880$ , para cloruro es de  $R^2 = 0.828$  para la profundidad del nivel freático (30 de Marzo) es de  $R^2 = 0.929$  y para la profundidad del nivel freático (30 de Abril), es de  $R^2 = 0.779$ ; en relación a estas variables se considera que son valores altos y se puede concluir que el modelo ajustado es el adecuado.

En éste análisis de regresión la profundidad del nivel freático (10 de Marzo), el ion bicarbonato y sulfato, así como la fertilidad del suelo en el estrato de 0 - 30 cm. expresada en ppm. de fósforo disponible, % de materia orgánica y % de nitrógeno total, no presentan efecto sobre la variación del rendimiento en grano del trigo, en los diferentes puntos de cosecha.

Cuadro (6).- Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre la conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos 0-30 y 30-60 cm. de las muestras del suelo, obtenidas en los puntos de cosecha y los componentes del rendimiento.

Variable	Método	R	R <sup>2</sup>	suma de cuadrados	gl	B0	B1	SG	n
Altura de planta.	Lineal	0.87269	0.76159	1573.80078	1	17.37930	- 0.17667	**	180
Longitud de espiga	Lineal	0.56191	0.31574	642.46294	1	17.76906	- 1.57295	*	180
Espiguilla por espiga	Lineal	0.60566	0.36683	758.03136	1	17.52301	- 0.92015	**	180
Granos por espiguilla	Lineal	0.62968	0.39649	819.33486	1	16.46653	- 3.58591	**	180
Granos por espiga	Lineal	0.71236	0.50746	1048.65404	1	14.85216	- 0.32762	**	180
Vol. desp. 100 sem.	Lineal	0.55833	0.31173	340.32234	1	15.35125	- 3.44084	**	140
Peso de 1000 sem.	Lineal	0.95875	0.91921	1003.52039	1	19.01303	- 0.39404	**	140
Peso por planta	Lineal	0.93682	0.87764	60.45357	1	14.34399	- 11.8951	**	6
Granos / m <sup>2</sup>	Lineal	0.97145	0.94371	65.00498	1	15.19087	- 1.19892 E -03	**	6

R = Coeficiente de Correlación

\* Significativo (.05 > P > .01)

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación

\*\* Altamente significativo (P < .01)

g l= grados de libertad

NS No significativo (P > .05)

En el Cuadro 6. se puede observar los resultados obtenidos de los análisis de regresión entre la conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos 0-30 y 30-60 cm. de las muestras obtenidas en los puntos de cosecha y los componentes del rendimiento; observándose que el coeficiente de determinación (el cual explica el % de variabilidad total que es explicada por el modelo), para el componente granos por metro cuadrado es de  $R^2=0.943$ , peso de 1000 semillas con  $R^2=0.919$ , peso por planta con  $R^2=0.877$  y altura de planta con  $R^2=0.761$ , lo cual nos indica que estos coeficientes son altamente significativos concluyendo así que el modelo ajustado es el adecuado. Así mismo se puede observar que el resto de las variables mencionadas en dicho cuadro (longitud de espiga  $R^2=0.315$ ;  $n=180$ , espiguilla por espiga con  $R^2=0.366$   $n=180$ , granos por espiguilla  $R^2=0.396$ ;  $n=180$ , granos por espiga  $R^2=0.507$ ;  $n=180$ , volúmen desplazado de 100 semillas  $R^2=0.311$ ;  $n=140$ ), presentan un coeficiente de determinación bajo y son altamente significativas, esto se debe a que se realizó con un mayor número de datos, comparado con las correlaciones en donde estos componentes no fueron significativos.

El componente espigas por metro cuadrado no presentó ningún efecto sobre el rendimiento ya que no fué significativo.

En el Cuadro 7, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de regresión entre el rendimiento en grano (kg/ha), y los componentes del rendimiento. En el cual se puede

Cuadro (7).- Resultados obtenidos de los análisis de regresión, entre el rendimiento en grano (Kg/ha), y los componentes del rendimiento

Variable	Método	R	R <sup>2</sup>	suma de cuadrados	gl	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	SG	n
Altura de planta.	Lineal	0.92736	0.85999	131684300.27486	1	- 946.77684	51.10488	**	180
Longitud de espiga	Lineal	0.64361	0.41423	63428057.47543	1	-1224.21566	490.43129	*	180
Espiguilla por espiga	Lineal	0.70927	0.50306	77029746.32294	1	-1196.84874	293.32039	**	180
Granos por espiguilla	Lineal	0.54639	0.29854	45712806.34094	1	- 363.96247	847.00834	**	180
Granos por espiga	Lineal	0.73325	0.53766	82327796.95146	1	- 175.91922	91.79845	**	180
Vol. desp. 100 sem.	Lineal	0.69027	0.47648	52122588.11943	1	-1053.81942	1349.70938	**	140
Peso de 1000 sem.	Lineal	0.96813	0.93728	102530361.72855	1	-1789.77216	125.95052	**	140
Peso por planta	Lineal	0.99597	0.99196	5063030.70472	1	- 69.83372	3444.33223	**	6
Granos / m <sup>2</sup>	Lineal	0.98568	0.97157	4958965.69296	1	-320.57969	0.34272	**	6

R = Coeficiente de Correlación

\* Significativo (.05 > P > .01)

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación

\*\* Altamente significativo (P < .01)

gl = grados de libertad

NS No significativo (P > .05)



observar que las variables peso por planta, granos por metro cuadrado, peso de 1000 semillas y altura de planta presentan un coeficiente de determinación altamente significativo los cuales son  $R^2 = 0.991$ ,  $R^2 = 0.971$ ,  $R^2 = 0.937$ , y  $R^2=0.8599$ , respectivamente, de donde podemos concluir que el modelo ajustado a estas variables es el adecuado. Así mismo se puede observar que el resto de las variables mencionadas en dicho cuadro (longitud de espiga  $R^2=0.414$ ;  $n=180$ , espiguilla por espiga,  $R^2=0.503$ ;  $n=180$ , granos por espiguilla  $R^2=0.298$ ;  $n=180$ , granos por espiga  $R^2=0.537$ ;  $n=180$  volúmen de 100 semillas  $R^2=0.476$ ;  $n=140$ ), presentan un coeficiente de determinación bajo y son altamente significativas, esto se debe a que se realizó con un mayor número de datos comparado con las correlaciones en donde estos componentes no fueron significativos.

El componente espigas por metro cuadrado no tuvo efecto sobre el rendimiento ya que no fué significativo.

#### 4.6. Análisis de Regresión Múltiple.

Para condiderar conjuntamente el efecto de los iones sobre el rendimiento, se procedió a realizar un análisis de regresión múltiple. En este análisis solamente el magnesio tuvo influencia altamente significativa con el rendimiento. La variabilidad del rendimiento se explica en un 88.38 % ( $R^2$ ), cuando en el modelo se incluye ésta variable.

El modelo que explicó el rendimiento de grano en el presente estudio (n=6), fué el siguiente:  $Y_1 = B_0 + B_1 (x)$ ; donde:

$$Y_1 = 4573.85321 + (- 207.79448) (x)$$

Por lo que por cada (meq/lto), que se incrementa el magnesio, el rendimiento disminuye en 207.79 kg/ha.

Para considerar conjuntamente los componentes del rendimiento, se procedió al análisis de regresión múltiple, para lo cual de las 10 variables estudiadas, solo dos de ellos tuvieron influencia altamente significativa con el rendimiento; siendo éstos el peso de 1000 semillas y la altura de planta. La variabilidad del rendimiento se explica en un 95 % ( $R^2$ ), cuando en el modelo de regresión múltiple se incluyen estas dos variables.

El modelo que explicó el rendimiento de grano en el presente estudio (n=140), fué el siguiente:  $Y_1 = B_0 + B_1 X_8 + B_2 X_2$ ; donde:

$$Y_1 = - 1708.34980 + 94.17037 X_8 + 15.95070 X_2$$

Por lo que por cada gramo de cambio en  $X_8$ , el rendimiento aumenta en 94.1 gramos por cada 1000 semillas teniendo  $X_2$  constante.

Así mismo por cada centímetro de cambio en X2, el rendimiento aumenta en 15.5 gramos por cada 1000 semillas teniendo X8 constante.

A continuación se presentan algunos parámetros de interés obtenidos en el análisis de regresión entre el rendimiento relativo (%), y la conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos de suelos de 0-30 y 30-60 cm. de las muestras obtenidas en los puntos de cosecha, los cuales son:

$$\begin{aligned}\text{Coeficiente de correlación} &= 0.96418 \\ \text{Coeficiente de determinación} &= 0.92965 \\ B_0 &= 116.77 \\ B_1 &= - 8.16\end{aligned}$$

Estos coeficientes se consideran altamente significativos por lo tanto se concluye que el modelo ajustado fue el adecuado.

Con estos parámetros expuestos, se obtuvo la gráfica y el modelo mostrado en la Figura 3. en la cual se puede observar que el rendimiento de trigo disminuye en un 50 % cuando la conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos 0-30 y 30-60 cm. es de 8.18 dS/m. Así mismo se puede observar que el valor de la conductividad eléctrica para cuando el rendimiento es del 100 % es de 2.05 dS/m y para cuando el rendimiento es igual a 0 % la conductividad eléctrica tendrá

un valor de 14.31 dS/m aproximadamente. Además, por cada unidad incrementada en la conductividad eléctrica (dS/m) promedio, mayor de 2.05 dS/m, disminuye el rendimiento en 8.16 % .

El rendimiento relativo se estimó en base al rendimiento promedio de la zona sin problemas de salinidad y manto freático elevado, el cuál es de 3500 kg/ha.

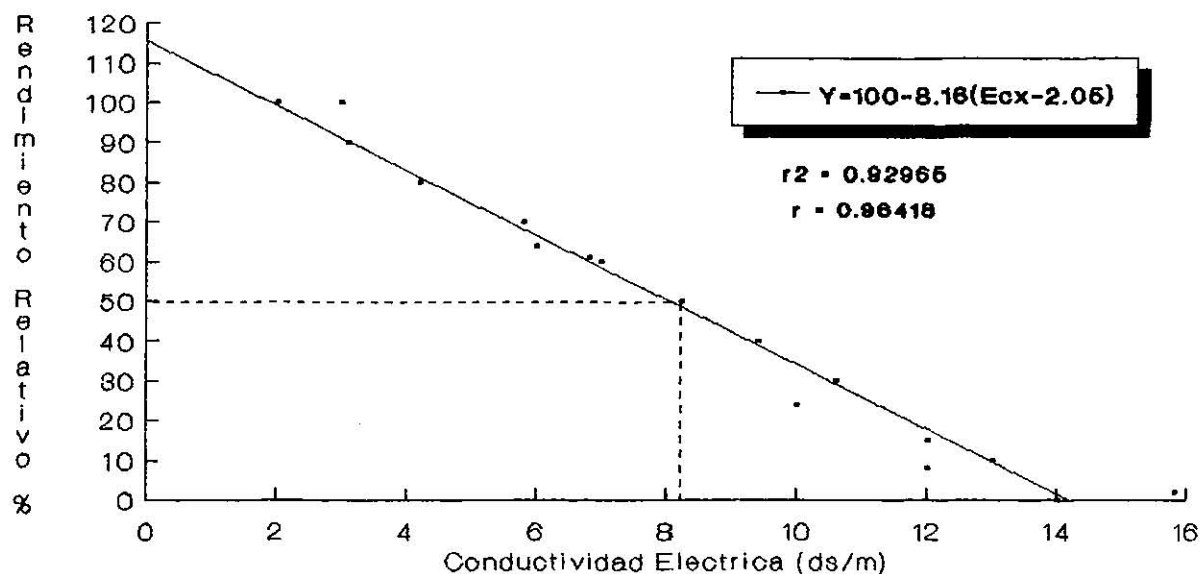


Fig. 3. Rendimiento relativo del trigo en grano, en función del incremento de salinidad promedio del suelo entre los estratos de suelo de 0-30 y 30-60 cm

Fowler (13), encontró que por cada unidad incrementada - en la conductividad eléctrica (dS/m) promedio, mayor de 3.65 dS/m, se reducía el rendimiento un 10.2 %, además menciona -- que la máxima conductividad eléctrica (dS/m), tolerada por es té cultivo es de 12.4 dS/m.

Francois y colaboradores (16), mencionan que el rendimiento en grano disminuye un 3 % por cada unidad incrementada en la conductividad eléctrica (dS/m) promedio, mayor de 8.6 (dS/ m). De acuerdo con estos resultados Francois conside rera al trigo como un cultivo tolerante a las sales.

#### 4.7. Cálculo del Rendimiento Relativo.

De acuerdo con la formula desarrollada por Maas y Hoffman

$$Y = 100 - b (CEx - Su)$$

donde: Y = rendimiento relativo (en porcentaje)

CEx = salinidad del extracto de saturación en dS/m

Su = Salinidad umbral en dS/m (CEx máxima para 100 % de rendimiento)

b = disminución de rendimiento por aumento unitario - de salinidad.

DATOS:

$S_u = 2.05$  (Estos datos se obtiene del análisis de regresión).  
 $CE_x \text{ para } Y = 0\% = 14.31$

$$b = 100 / (CE_x \text{ para } Y = 0\% - S_u)$$

$$b = 100 / (14.31 - 2.05)$$

$$b = 8.16$$

Substituyendo los valores de "Su" y "b" en la ecuación

$$CE_x = (100 + bS_u - Y) / b$$

$$CE = 14.31 - (Y/8.16)$$

Resultados obtenidos del cálculo de rendimiento relativo.

Y (%)	CE <sub>x</sub> (dS/m)
100	2.05
90	3.28
75	5.12
50	8.18
0	14.31

Rendimiento relativo dado por Maas y Hoffman para el cultivo de trigo.

Y (%)	CEx (dS/m)
100	6.00
90	7.40
75	8.40
50	9.90
0	13.00

En relación a estos resultados de rendimiento relativo obtenidos se puede decir que varía notoriamente respecto al rendimiento proporcionado por los parámetros dados por Maas y Hoffman (Ver Cuadro 4A del apéndice 1), y esto se debe a que Maas y Hoffman citado por Ayers y Westcot (4), se tiene como única fuente de sales el agua de riego, y este experimento cuenta con una fuente más de sales, la cual es el manto freático salino a poca profundidad.

## V.\_ CONCLUSIONES

- 1.- A partir de 2.05 (dS/m), por cada unidad incrementada de conductividad eléctrica (dS/m), promedio entre los estratos 0-30 y 30 -60 cm. se produciría un decremento en el rendimiento en grano del 8.16 % .
- 2.- El rendimiento en grano del cultivo de trigo, disminuye en un 50 %, cuando la conductividad eléctrica (dS/m), promedio del suelo, entre los estratos 0-30 y 30-60 cm. sea de 8.18 (dS/m) .
- 3.- La profundidad del manto freático dentro de un rango de fluctuación de 75 a 128 cm. estuvo altamente correlacionada con el rendimiento en grano.
- 4.- El sulfato presentó un efecto antagónico respecto al resto de los iones analizados, en las muestras de suelo.
- 5.- Los componentes del rendimiento que estuvieron más correlacionados con la conductividad eléctrica (dS/m), promedio, fueron el peso de 100 semillas y el número de granos por metro cuadrado.
- 6.- Los componentes del rendimiento que tuvieron efecto sobre el rendimiento en grano (kg/ha), fueron el peso por planta y los granos por metro cuadrado.



7.- El componente del rendimiento que no presentó ningún efecto, tanto para la conductividad eléctrica (dS/m), promedio, como el rendimiento en grano del cultivo de trigo, -  
fué el número de espigas por metro cuadrado.

## VI.- RECOMENDACIONES

Debido a que el problema de salinidad es un efecto de -- las fluctuaciones del nivel freático y la mala calidad del agua de riego, se recomienda lo siguiente:

- 1.- Realizar un análisis óptimo económico para la recupera--- ción de suelos salinos, utilizando el modelo propuesto en la Figura 3, y de ésta manera obtener la conductividad eléctrica (dS/m), promedio a que debe ser abatida, entre los estratos de suelo 0-30 y 30-60 cm. y de esta manera - concluir si el proceso de recuperación es económicamente- redituable.
- 2.- Realizar prácticas agrícolas tendientes a facilitar la -- distribución y el paso del agua através del suelo, tales como: nivelación, subsoleo, roturación profunda, en forma perpendicular al sistema de drenaje parcelario construido para facilitar el movimiento del agua en la masa del sue- lo. Esté tipo de prácticas debe realizarse cada año.
- 3.- Programación de los riegos, para que estos puedan ser li- geros pero frecuentes, para evitar que las sales sean de- positadas en la superficie y afecten al cultivo.
- 4.- Aplicar una adecuada fertilización para que ésta no con-- tribuya al proceso de salinización.

- 5.- Desasolve y profundización de los drenes colectores (E - 120 y N - 15), y además darle un mantenimiento adecuado - al dren parcelario y de esta manera abatir el manto freático por debajo de la zona radicular.
  
- 6.- Para mejorar las condiciones físicas y la fertilidad del suelo, es necesario la incorporación efectiva de estiércol o los residuos de cosecha inmediatamente después del levantamiento de ésta.
  
- 7.- Además es necesario realizar prácticas de recuperación -- que incluyan la aplicación de mejoradores químicos que -- desplacen al sodio intercambiable.

## VII.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvarez, R. E. 1990. Evaluación de métodos y densidades de siembra en trigo ( Triticum aestivum )- en la zona centro de Nuevo León. Tesis profesional. F.A.U.A.N.L., Marín, N. L.
- 2.- Alvino, A., and G. Zerbi 1986. Water Table Level Effects on the Yield Irrigated Grain Maiza. TRANSACTIONS os the ASAE 29 (4). pp 1086 --- 1089.
- 3.- Anonimo. 1987., Analice el agua de riego. Sección Agua y suelo. Agricultura de las Américas. Publicación del mes de Julio. pp 23-25. México.
- 4.- Ayers, R. S. y Westcot, D. W. 1987. La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO. Riego y drenaje. 29 Rev. 1 . Roma
- 5.- Bernstein, L. 1974. Crop Growth an Salinity. Editado por Jan Van Shilfgaarde. Agronomy No. 17.- American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin USA. pp 39 - 53
- 6.- Boonet, Juan A. 1960. Edafología de los suelos salinos y sódicos. Ed. Estación Experimental Agríco-

la. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico.

- 7.- Black, C. A. 1975. Relaciones Suelo - Planta. Tomo I, --  
Primera edición. Editorial Hemisferio Sur.  
Buenos Aires Argentina. pp 391 - 440
- 8.- Cabrera, D. J. M., 1989. Acumulación catiónica relacionada  
da con la adaptación del cultivo de Maíz  
(Zea mays L.) , a la salinidad. Tesis de  
M. C. Colegio de postgraduado. Institu---  
ción de Enseñanza e investigación en Cienu  
cias Agrícolas. Centro de Edafología, Monu  
tecillo, México.
- 9.- Cardozo, G. L. 1990. Evaluación de líneas experimentales  
y variedades precoces de trigo ( Triticum  
aestivum L.), en fechas de siembra tardías  
en el Municipio de Marín, N. L. Tesis Pro-  
fesional., F.A.U.A.N.L. Marín, N. L.
- 10.- Carter. C. E. et. al., 1990. Effects of Excess Soil Wa--  
ter on Sweet Corn Yield. TRANSACTIONS of-  
ASAE., 33 (4). pp 1203-1207.
- 11.- Donahve, R. L. et. al., 1981. Introducción a los suelos -

y al crecimiento de las plantas. Editorial Prentice/Hall Internacional. Colombia .

- 12.- Espinoza, M. H. 1979. Reversibilidad de los daños producidos por salinidad a plantas de jitomate. Tesis de Grado. Colegio de Postgraduados, - ENA, Chapingo, México.
  
- 13.- Fowler, D. B. and Hamm, J. W. 1980. Crop Response to Saline Soil Conditions in the Parkland area - de Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. 60: 439 - 449.
  
- 14.- Francois, L. E., T. Donovan, and E. V. Maas. 1984. Salinity Effects on Seed Yield, Growth, and -- Germination of Grain Sorghum. Agronomy -- Journal. 76 (5). pp 741-744.
  
- 15.- Francois, L. E., et. al., 1989. Salinity Effects on Rye- Grain Yield, Quality, Vegetative Growth, - and Emergence. Agronomy Journal. 81 (5). - pp 707-712.
  
- 16.- Francois, L. E., et. al., 1986. Effects of Salinity on - Grain Yield and Quality, Vegetative Growth and Germination of Semi-Dwarf and Durum -- Wheat. Agronomy Journal. 78 (5). pp 1053 - 1058.

- 17.- Francois, L. E., et. al., 1988. Effects of Salinity on - Grain Yield and Quality, Vegetative Growth and Germination of triticale. Agronomy -- Journal. 80 (5) pp 642-647
- 18.- Gayle, G. A., R. W. Skaggs, C. E. Carter 1987. Effects - of Excessive Soil Water Conditions on Surgarcane Yield. TRANSACTIONS of ASAE. 30 -- (4). pp 993-997.
- 19.- Getinet, G. et. al., 1982. Relationships Among Durations- of Vegetative an Grain Filling Phases, --- Yield Components and Grain Yield in Durum- Wheat Cultivars. Agronomy Journal. 27:2871
- 20.- Hernandez, S. A. 1975. Correlaciones genéticas y caracte res determinantes del rendimiento del grano ( Triticum aestivum L.), Tesis Profesio nal. E. N. A., Colegio de Postgraduados. - Chapingo. México, D. F.
- 21.- Ibarra, G., L. L. 1989. Evaluación de 10 variedades de - trigo ( Triticum spp.), en Marín, N. L. -- Tesis Profesional. F.A.U.A.N.L., Marín, N. L. pag. 71

- 22.- Ibarra R., M. A. 1991. Optimización de la densidad de siembra y la fertilización de trigo sembrado en surcos bajo riego. General Teran, N. L. O-I. Tesis M. C., Colegio de Postgraduados. F.A.U.A.N.L. Marín, N. L.
- 23.- Kanwar, R. S., et. al., 1988. Excessive Soil Water Effects at various stages of development on the growth and yield of corn. TRANSACTIONS of ASAE., 31 (1). PP 133-141
- 24.- Luthin, N. J. 1979. Drenaje de tierras agrícolas. Editorial LIMUSA. México.
- 25.- Manrique, C., Luis M. Sc. 1974. Efectos de la salinidad y mal drenaje en el desarrollo de las plantas. IV Curso Drenaje de Tierras Agrícolas Latinoamericano. Tomo I., Cap. 3. Lima Peru.
- 26.- Marinato, R. 1978. Respuesta del cultivo del trigo a variaciones de humedad en el suelo en diferentes etapas de crecimiento. Tesis M. C., Colegio de Postgraduados. Chapingo, México
- 27.- Millar, C. E., Turk, L. M. 1975. Fundamento de la Ciencia del Suelo. 1a Edición. Editorial Conti



mental, S. A. México.

- 28.- Pissani, Z. Juan Fco. 1979. Drenaje., Colegio de Graduados; Especialidad Irrigación. UAAN. Buenavista Saltillo, Coah. México.
- 29.- Pizarro, F. 1985. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editorial Agrícola Española, - S. A., Madrid.
- 30.- Poehlman, J. M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. LIMUSA. México, D. F. pp 127-134
- 31.- Prieto, V. G. 1986. La sal de la Tierra. Sección Agua y Suelo. Agricultura de las Américas. Publicación del mes de Agosto. México, D. F. - pp 12-16
- 32.- Rodríguez, A. H. 1977. Causas de la reducción del crecimiento de trigo bajo condiciones de salinidad. Tesis de grado. Colegio de Postgraduado, ENA, Chapingo, México.
- 33.- Rodríguez, L. D. 1987. Efecto de la salinidad en el rendimiento del cultivo de Sorgo (Sorghum bicolor) e interacción de los iones en el -

suelo. En la región de Valle Hermoso, ---  
Tamps. Tesis de licenciatura de la FAUANL.  
Marín, N. L. México.

34.- S. A. R. H. 1977. Tolerancia de los cultivos a las sa--  
les. Memorandum Técnico No. 372. México.

35.- Stanley, C. D., et. al., 1980. Soya-been Top and Root --  
Responce Temporary Water Tables Imposed at  
Three Different Staages of Growth. Agrono-  
my Journal. 72 (2). pp 341- 346.

36.- U.S.D.A. 1982 . Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos -  
Salinos y Sódicos. Ed. Limusa, México.

37.- Waissman, A. N. and S. Miyamoto. 1987. Salt Effects on -  
Alfalfa Seedling Emergence. Agronomy Jour-  
nal. 79: 710-714.

38.- Wesseling Jans. 1974. Crop Growth an Wet Soil. Editado -  
por Jan Van Shilfgaarde. Agronomy No. 17.  
American Society of Agronomy, Inc., Publi-  
sher Madison, Wisconsin USA. pp 7 - 32

APENDICE I

CUADRO (1A).- Tolerancia relativa a la salinidad de algunos cultivos.

MODERADAMENTE SENSIBLES		MODERADAMENTE SENSIBLES	
<b>Cultivos forrajeros y Gramas</b>		<b>Horatalizas</b>	
Astrágalo, tragacanto	<i>Astragalus cicer</i>	Rábano	<i>Raphanus sativus</i>
Avena forrajera	<i>Avena sativa</i>	Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>
Bersim	<i>Trifolium alexandrium</i>	Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>
Bromo liso	<i>Bromus inermis</i>		
Buffel, pasto salinas	<i>Cenchrus ciliaris</i>	<b>Cultivos frutales</b>	
Caupías forrajeros	<i>Vigna unguiculata</i>	Vid	<i>Vitis sp.</i>
Centeno forrajero	<i>Dactylis glomerata</i>		
Cola de zorra	<i>Aleopecurus pratensis</i>	<b>SENSIBLES</b>	
Dáctilo	<i>Eragrostis sp.</i>	<b>Cultivos de Fibra, semilla o Azúcar</b>	
Eragrostis	<i>Shaerophysa salsula</i>	Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>
Esfaerofisa	<i>Pheum pratense</i>	Frijoles	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Fleo, Timoteo	<i>Arthenatherum danthonia</i>	Guayule	<i>Parthenium argentatum</i>
Gramas de avena alta	<i>Bouteloua gracilis</i>		
Gramas de Bahía	<i>Paspalum dilatatum</i>	<b>Hortalizas</b>	
Loto de los pantanos	<i>Lotus uliginosus</i>	Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Maíz forrajero	<i>Zea mays</i>	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Sanguisorba, pimpinela	<i>Poterium sanguisorba</i>	Ocra	<i>Abelmoschus esculentus</i>
Sesbania	<i>Sesbania exalata</i>	Chirivía	<i>Pastinaca sativa</i>
Siratros	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Zanahoria	<i>Daucus carota</i>
Tallo azul, angleton	<i>Dichanthium aristatum</i>		
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	<b>Cultivos frutales</b>	
Trébol fresa	<i>Trifolium fragiferum</i>	Aguacate, palto	<i>Persea americana</i>
Trébol Híbrido	<i>Trifolium hybridum</i>	Albaricoquero	<i>Prunus armeniaca</i>
Trébol ladino	<i>Trifolium repens</i>	Almendro	<i>Prunus dulcis</i>
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	Caqui de Virginia	<i>Diospyros virginiana</i>
Veza de hoja angosta	<i>Vicia angustifolia</i>	Cerezo	<i>Prunus besseyi</i>
		Cerezo, guinda	<i>Prunus avium</i>
<b>Hortalizas</b>		Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>
Apio	<i>Apium graveolens</i>	Ciruelos	<i>Prunus domestica</i>
Batatas, camote	<i>Ipomoea batata</i>	Frambueso	<i>Rubus idaeus</i>
Berenjena	<i>Solanum melongena esculentum</i>	Fresa	<i>Fragaria sp.</i>
Berza	<i>Brassica oleracea acephala</i>	Grosello	<i>Ribes sp.</i>
Brócoli	<i>Brassica oleracea botrytis</i>	Lima, L agria	<i>Citrus aurantifolia</i>
Calabaza, zapallo	<i>Cucurbita pepo</i>	Limonero	<i>Citrus limon</i>
Col de brucas	<i>Brassica oleracea gemmifera</i>	Mandarina, tangerina	<i>Citrus aurantifolia</i>
Col repollo	<i>Brassica oleracea capitata</i>	Mango	<i>Magnifera indica</i>
Coliflor	<i>Brassica oleracea botrytis</i>	Manzano	<i>Malus sylvestris</i>
Colinabo	<i>Brassica oleracea gongylode</i>	Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>	Melocotonero	<i>Prunus sinensis</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>	Níspero del Japón	<i>Eriobotrya japonica</i>
Melón	<i>Cucumis melo</i>	Peral	<i>Pyrus communis</i>
Nabo	<i>Brassica rapa</i>	Pomarroja	<i>Syzygium jambos</i>
Papas	<i>Solanum tuberosum</i>	Pomelo, toronja	<i>Citrus paradisi</i>
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	Zarza, boysenberry	<i>Rubus ursinus</i>
Pimiento, aji chile	<i>Capsicum annum</i>		

CUADRO (2A).- Tolerancia relativa a la salinidad de algunos cultivos

<b>TOLERANTES</b>		<b>MODERADAMENTE TOLERANTE</b>	
Cultivos de fibra, Semilla o Azúcar		Cultivos forrajeros y Gramas	
Algodon	<i>Gossypium hirsutum</i>	Elimo canadiense	<i>Elymus canadensis</i>
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	Falaris bulbosa	<i>Phalaris tuberosa</i>
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	Festuca	<i>Festuca elatior</i>
Remolacha Azucarera	<i>Beta vulgaris</i>	Festuca alta	<i>Festuca pratensis</i>
Cultivos Forrajeros y Gramas		Gramma canaria	<i>Phalaris arundinacea</i>
Agropiro alargado	<i>Agropyron elongatum</i>	Grana Rhodes	<i>Chloris gayana</i>
Agropiro crestado	<i>Agropyron crestatum</i>	Meliloto Trébol	<i>Melilotus albus</i>
Elimo	<i>Elymus angustus</i>	Panizo azul	<i>Panicum antidotale</i>
Elimo	<i>Elymus junceus</i>	Sorgo de Sudán	<i>Sorghum sudanense</i>
Grana alcalina	<i>Puccinellia airoides</i>	Trébol de cuernos	<i>Lotus corniculatus</i>
Grana de Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	loto común	<i>tenuifolium</i>
Grana de Kallar	<i>Displanche fusca</i>	Trébol de cuernos	<i>Lotus corniculatus</i>
Grana salada	<i>Distichlis stricta</i>	loto común	<i>arvenis</i>
Sacatón alcalino	<i>Sporobolus airoides</i>	Trigo forrajero	<i>Triticum aestivum</i>
Hortalizas		Hortalizas	
Esparrago	<i>Asparragus officinalis</i>	Alcachofa	<i>Helianthus tuberosus</i>
Cultivos Frutales		Betarraga	<i>Beta vulgaris</i>
Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>	Calabaza, zapatillo italiano	<i>Cucurbita pepo melopepo</i>
<b>MODERADAMENTE TOLERANTES</b>		Cultivos frutales	
Avena	<i>Avena sativa</i>	Anana, piña	<i>Ananas comosus</i>
Cártamo	<i>Carthamus tinctorius</i>	Azulfato	<i>Zizifus jujuba</i>
Caupés	<i>Vigna cereale</i>	Granado	<i>Punica granatum</i>
Centeno	<i>Secale cereale</i>	Higuera	<i>Ficus carica</i>
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Olivo	<i>Olea europea</i>
Soya, soja	<i>Glycine max</i>	Papaya	<i>Carica papaya</i>
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	<b>MODERADAMENTE SENSIBLES</b>	
Trigo duro	<i>Triticum turgidum</i>	Cultivos de fibra, Semilla o Azúcar	
Triticale	<i>X Triticosecale</i>	Arroz	<i>Oriza sativa</i>
Cultivos Forrajeros y Gramas		Caña de azucar	<i>Saccharum officinarum</i>
Agropiro	<i>Agropyron sibiricum</i>	Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
Agropiro delgado	<i>Agropyron intermedium</i>	Habas	<i>Vicia faba</i>
Agropiro occidental	<i>Agropyron smithii</i>	Lino	<i>Linum usitatissimum</i>
Ballico italiano	<i>Lolium italicum multiflorum</i>	Maíz	<i>Zea mays</i>
Ballico perenne	<i>Lolium perenne</i>	Cacahuete	<i>Arachis hypogea</i>
Brome argentino	<i>Bromus uncioides</i>	Mijo italiano	<i>Seratia italica</i>
Bromo montañoso	<i>Bromus marginatus</i>	Ricino	<i>Ricinus communis</i>
Cebada forrajera	<i>Hordeum vulgare</i>	Cultivos forrajeros y Gramas	
Colza, nabo	<i>Brassica napus</i>	Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Elimo	<i>Elymus triticoides</i>	Agróstide	<i>Agrostis stolonifera palustris</i>

CUADRO (3A).- Tolerancia a la salinidad de cultivos seleccionados en relación con su rendimiento potencial y salinidad del agua de riego (CEa)

CULTIVOS EXTENSIVOS	RENDIMIENTO POTENCIAL									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	CEx	CEa	CEx	CEa	CEx	CEa	CEx	CEa	CEx	CEa
Agropiro <i>Agropiron elongatum</i>	7.5	5.0	9.9	6.6	13	9.0	19	13	31	21
Agropiro crestado <i>Agropiro cristatum</i>	7.5	5.0	9.0	6.0	11	7.4	15	9.8	22	15
Pasto de Bermuda <i>Cynodon dactylon</i>	6.9	4.6	8.5	5.6	11	7.2	15	9.8	23	15
Cebada forrajera <i>Hordeum vulgare</i>	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.4	13	8.7	20	13
Ballico <i>Lolium perene</i>	5.6	3.7	6.9	4.6	8.9	5.9	12	8.1	19	13
Loto, pasta de pajaró <i>Lotus corniculatus tenuifolium</i>	5.0	3.3	6.0	4.0	7.5	5.0	10	6.7	15	10
Falaris bulbosa, alpistle bulboso <i>Phalaris tuberosa</i>	4.6	3.1	5.9	3.9	7.9	5.3	11	7.4	18	12
Festuca alta <i>Festuca elatior</i>	3.9	2.6	5.5	3.6	7.8	5.2	12	7.8	20	13
Agropiro <i>Agropyron sibiricum</i>	3.5	2.9	6.0	4.0	9.8	6.5	16	11	28	19
Veza de hoja estrecha, Alverililla <i>Vicia angustifolia</i>	3.0	2.0	3.9	2.6	5.3	3.5	7.6	5.0	12	8.1
Sorgo de Sudán <i>Sorghum sudanense</i>	2.8	1.9	5.1	3.4	8.6	5.7	14	9.6	26	17
Elimo <i>Elimus triticoides</i>	2.7	1.8	4.4	2.9	6.9	4.6	11	7.4	19	13
Caupí <i>Vigna unguiculata</i>	2.5	1.7	3.4	2.3	4.8	3.2	7.1	4.8	12	7.8
Loto de los pantanos <i>Lotus uliginosus</i>	2.3	1.5	2.8	1.9	3.6	2.4	4.9	3.3	7.6	5.0
Sesbania, cañamo <i>Sesbania exaltata</i>	2.3	1.5	3.7	2.5	5.9	3.9	9.4	6.3	17	11
Esfaerofisa <i>Shaerophysa saulsula</i>	2.2	1.5	3.6	2.4	5.8	3.8	9.3	6.2	16	11
Alfalfa <i>Medicago sativa</i>	2.0	1.3	3.4	2.2	5.4	3.6	8.8	5.9	16	10
Eragrostis <i>Eragrostis sp.</i>	9.0	1.3	3.2	2.1	5.0	3.3	8.0	5.3	14	9.3
Maíz forrajero <i>Zea mays</i>	1.8	1.2	3.2	2.1	5.2	3.5	8.6	5.7	15	10
Barsim, trébol de Alejandría	1.5	1.0	3.2	2.2	5.9	3.9	10	6.8	19	13
Dactilo ramoso <i>Dactylis glomerata</i>	1.5	1.0	3.1	2.1	5.5	3.7	9.6	6.4	18	12
Cola de zorra <i>Aleopecurus pratensis</i>	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12	7.9
Trébol rojo <i>Trifolium pratense</i>	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Trébol híbrido <i>Trifolium hybridum</i>	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Trébol blanco <i>Trifolium repens</i>	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Trébol fresa <i>Trifolium fragiferum</i>	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
CULTIVOS FRUTALES										
Palma datilera <i>Phoenix dactylifera</i>	4.0	2.7	6.8	4.5	11	7.3	18	12	32	21
Pomelo, toronja <i>Citrus paradisi</i>	1.8	1.2	2.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0	5.4
Naranja <i>Citrus sinensis</i>	1.7	1.1	2.4	1.6	3.3	2.1	4.8	3.2	8.0	5.3
Melocotonero <i>Prunus persica</i>	1.7	1.1	2.2	1.5	2.9	1.9	4.1	2.7	6.5	4.3
Albaricoquero <i>Prunus armeniaca</i>	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	5.8	3.8
Vid <i>Vitis sp.</i>	1.5	1.1	2.5	2.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12	9.0
Almendro <i>Prunus dulcis</i>	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.8	6.8	4.5
Ciruelo <i>Prunus domestica</i>	1.5	1.0	2.1	1.4	2.9	1.9	4.3	2.9	7.1	4.7
Zarzamora <i>Rubus sp.</i>	1.5	1.0	2.0	1.3	2.6	1.8	3.8	2.5	6.0	4.0
Boysenberry <i>Rubus ursinus</i>	1.5	1.0	2.0	1.3	2.6	1.8	3.8	2.5	6.0	4.0
Fresa <i>Fragaria sp.</i>	1.0	0.7	1.3	0.9	1.8	1.2	2.5	1.7	4.0	2.7

CUADRO (4A).- Tolerancia a la salinidad de cultivos seleccionados en relación con su rendimiento potencial y salinidad del agua de riego (CEa)

CULTIVOS EXTENSIVOS	RENDIMIENTO POTENCIAL									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	CEx	CEa	CEx	CEa	CEx	CEa	CEx	CEa	CEx	CEa
Cebada <i>Hordeum vulgare</i>	8.0	5.3	10	6.7	13	8.7	18	12	28	19
Algodón <i>Gossipium hirsutum</i>	7.7	5.1	9.6	6.4	13	8.4	17	12	27	18
Remolacha Azucarera <i>Beta vulgaris</i>	7.0	4.7	8.7	5.8	11	7.5	15	10	24	16
Sorgo <i>Sorghum bicolor</i>	6.8	4.5	7.4	5.0	8.4	5.6	9.9	6.7	13	8.7
Trigo <i>Triticum aestivum</i>	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13	8.7	20	13
Trigo duro <i>Triticum aestivum</i>	5.7	3.8	7.6	5.0	10	6.9	15	10	24	16
Soya, soja <i>Glycine max</i>	5.5	3.3	5.5	3.7	6.3	4.2	7.5	5.0	10	6.7
Caupies <i>Vigna unguiculata</i>	4.9	3.3	5.7	3.8	7.0	4.7	9.1	6.0	13	9.8
Maní, cacahuete <i>Arachis hypogea</i>	3.2	2.1	3.5	2.4	4.1	2.7	4.9	3.3	6.6	4.4
Arroz <i>Oriza sativa</i>	3.3	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8	11	7.6
Caña de azucar <i>Saccharum officinarum</i>	1.7	1.1	3.4	2.3	5.9	4.0	10	6.8	19	12
Maíz <i>Zea mays</i>	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.2
Lino <i>Linum usitatissimum</i>	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Frijoles <i>Phaseolus vulgaris</i>	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
<b>HORTALIZAS</b>										
Calabaza, zapatillo italiano <i>Cucurbita pepo melopepo</i>	4.1	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10	6.7	15	10
Remolacha azucarera <i>Beta vulgaris</i>	4.0	2.7	5.1	3.4	6.8	4.5	9.6	6.4	15	10
Calabaza zapallo <i>Cucurbita pepo melopepo</i>	3.2	2.1	3.8	2.6	4.8	3.2	6.3	4.2	9.4	6.3
Brócoli <i>Brassica oleracea botrytris</i>	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	14	9.1
Tomate <i>Lycopersicon esculentum</i>	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13	8.4
Pepino <i>Cucumis sativus</i>	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10	6.8
Espinaca <i>Spinacia oleracia</i>	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15	10
Apio <i>Apium graveolens</i>	1.8	1.2	3.4	2.3	5.8	3.9	9.9	6.6	18	12
Col <i>Brassica oleracia capitata</i>	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12	8.1
Papas <i>Solanum tuberosum</i>	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Maíz dulce <i>Zea mays</i>	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Camote <i>Ipomoea batatas</i>	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	11	7.1
Pimiento <i>Capsicum annum</i>	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.6	5.8
Lechuga <i>Lactuca sativa</i>	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.1	3.4	9.0	6.0
Rábano <i>Raphanus sativus</i>	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.0	3.4	8.9	5.9
Cebolla <i>Allium cepa</i>	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	7.4	5.0
Zanahoria <i>Daucus carota</i>	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.0	8.1	5.4
Frijoles <i>Phaseolus vulgaris</i>	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
Nabo <i>Brassica rapa</i>	0.9	0.6	2.0	1.3	3.7	2.5	6.5	4.3	12	8.0

APENDICE II



Cuadro (5A).- Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.

Localidad: Río Biavo, Tambo Análisis: Salinidad del suelo Año: 1990

Rendimiento (kg/Ha)	Profundidad (cm)	pH	C.E.*10 <sup>3</sup> a 25°C	Cationes (meq/lto)				Aniones (meq/lto)				RAS	PSI (%)	Clasificación Agronómica		
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	CO <sub>3</sub> <sup>==</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>				SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>	Total
2403.30	0 - 30	7.36	6.80	28.00	12.50	27.50	-	68.00	---	2.40	46.30	19.30	68.00	6.11	7.83	Salino
	30 - 60	7.35	7.00	25.00	13.50	31.50	-	70.00	---	2.40	46.30	21.30	70.00	7.18	9.42	Salino
2224.50	0 - 30	7.56	6.20	19.50	10.50	32.00	-	62.00	---	2.40	32.80	26.80	62.00	8.27	11.05	Salino
	30 - 60	7.45	7.40	21.50	9.50	23.00	-	54.00	---	2.40	29.80	21.80	54.00	5.85	7.44	Salino
839.30	0 - 30	7.21	10.60	41.00	18.50	46.50	-	106.00	---	2.40	90.30	13.30	106.00	8.53	11.43	Salino
	30 - 60	7.41	9.30	28.50	15.00	49.50	-	93.00	---	2.40	61.80	28.30	93.00	10.62	14.55	Salino
525.60	0 - 30	7.12	13.20	43.50	21.50	67.00	-	132.00	---	1.90	121.30	8.80	132.00	11.76	16.25	Sódico-Salino
	30 - 60	7.21	11.00	34.00	20.20	55.00	-	110.00	---	2.90	96.30	10.80	110.00	10.49	14.35	Salino
275.40	0 - 30	7.47	11.40	30.00	19.50	64.50	-	114.00	---	2.40	86.30	25.30	114.00	12.97	18.05	Sódico-Salino
	30 - 60	7.41	13.00	33.50	22.00	74.50	-	130.00	---	2.40	106.30	21.30	130.00	14.14	19.79	Sódico-Salino

Cuadro (6A).- Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas en los puntos de cosecha.

Localidad: Rio Bravo, Tamps Análisis: Salinidad del suelo Año: 1990

Rendimiento (kg/Ha)	Profundidad (cm)	pH	C.E.*10 <sup>3</sup> a 25°C	Cationes (meq/lto)					Aniones (meq/lto)				RAS	PSI (%)	Clasificación Agronomica	
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	CO <sub>3</sub> <sup>==</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>				Total
63.1	0 - 30	8.30	17.00	50.00	20.00	100.00	-	170.00	---	2.90	162.30	4.80	170.00	16.90	23.90	Sódico-Salino
	30 - 60	7.59	14.60	47.50	20.05	78.00	-	146.00	---	3.40	139.80	2.80	146.00	13.38	18.66	Sódico-Salino
-----	0 - 30	7.47	29.00	114.0	30.50	145.50	-	290.00	---	2.40	229.80	57.80	290.00	17.16	24.29	Sódico-Salino
	30 - 60	7.51	16.00	40.00	28.50	91.50	-	160.00	---	2.40	144.00	12.80	160.00	15.64	22.03	Sódico-Salino
-----	0 - 30	7.41	35.00	86.00	42.00	222.00	-	350.00	---	2.90	319.80	27.30	350.00	27.75	40.07	Sódico-Salino
	30 - 60	7.87	14.00	41.00	24.50	74.50	-	140.00	---	2.40	131.80	5.80	140.00	13.02	18.12	Sódico-Salino
-----	0 - 30	7.44	43.00	107.5	58.50	264.00	-	430.00	---	2.40	398.00	28.80	430.00	28.90	41.92	Sódico-Salino
	30 - 60	7.61	19.50	47.50	30.00	117.50	-	195.00	---	2.90	144.80	47.30	195.00	18.57	26.39	Sódico-Salino
-----	0 - 30	7.41	35.00	73.00	46.00	236.00	-	350.00	---	2.90	328.80	18.30	350.00	29.94	43.33	Sódico-Salino
	30 - 60	7.68	16.60	33.00	27.50	105.50	-	166.00	---	2.40	147.30	16.30	166.00	19.18	27.30	Sódico-Salino

Cuadro (7A).- Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de suelo obtenidas durante la construcción de los pozos de observación.

Localidad: Río Bravo, Tamps Análisis: Salinidad del suelo Año: 1990

Pozo	Profundidad (cm)	pH	C.E. *10 <sup>3</sup> a 25°C	Cationes (meq/lto)				Aniones (meq/lto)				RAS	PSI (%)	Clasificación Agronómica		
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	CO <sub>3</sub> <sup>==</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>				SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Total
B 1-2	0 - 30	7.86	8.20	30.00	18.00	34.00	-	82.00	---	2.40	60.30	19.30	82.00	6.94	9.07	Salino
	30 - 80	7.51	8.00	24.50	19.00	36.50	-	80.00	---	2.90	46.80	30.30	80.00	7.83	10.39	Salino
	80 - 110	8.00	6.65	13.50	11.50	41.50	-	66.50	---	2.90	33.30	30.30	66.50	11.74	15.92	Sódico-Salino
	110 - 150	7.53	8.00	25.50	16.00	38.50	-	80.00	---	1.90	35.60	42.30	80.00	8.45	11.32	Salino
	150 - 200	7.73	8.50	24.50	14.50	46.00	-	85.00	---	1.90	32.30	50.80	85.00	10.42	14.25	Salino
B 3-4	0 - 30	7.94	21.00	63.50	33.50	111.00	-	210.00	---	2.40	180.00	27.60	210.00	16.33	23.06	Sódico-Salino
	30 - 80	7.61	17.50	42.00	33.00	100.00	-	175.00	---	2.40	161.30	11.30	175.00	16.33	23.06	Sódico-Salino
	80 - 110	7.55	11.40	20.00	32.00	62.00	-	114.00	---	2.90	85.80	27.30	114.00	12.16	16.84	Sódico-salino
	110 - 150	7.92	9.80	27.00	16.50	54.50	-	98.00	---	1.90	56.30	39.80	98.00	11.69	23.54	Sódico-Salino
	150 - 200	7.46	9.00	25.00	18.00	47.00	-	90.00	---	2.90	47.80	39.30	90.00	10.14	13.83	Salino
B 5	0 - 30	7.21	45.00	27.00	57.50	265.50	-	450.00	---	2.40	259.80	187.80	450.00	27.70	39.99	Sódico-Salino
	30 - 80	7.59	22.00	64.50	34.00	121.50	-	220.00	---	2.90	213.80	330.00	220.00	17.32	24.53	Sódico-Salino
	80 - 110	7.34	15.00	41.00	25.00	84.00	-	150.00	---	2.40	135.30	12.30	150.00	14.63	20.52	Sódico-Salino
	110 - 150	7.33	12.00	32.50	22.00	64.50	-	120.00	---	2.40	89.80	27.80	120.00	12.25	16.98	Sódico-Salino
	150 - 200	7.54	11.30	30.00	18.50	64.50	-	113.00	---	1.90	65.30	46.30	113.00	13.17	18.35	Sódico-Salino

Cuadro (8A).- Resultados de los análisis de fertilidad y físicos, realizados con las muestras de suelo obtenidas de los puntos de cosecha.

Localidad: Río Bravo, Tamps      Análisis: Fertilidad y Físicos      Año: 1990

Rendimiento (kg/Ha)	Mat. Orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo disponible ppm.	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
2403.30	1.180	0.068	13.18	38.00	18.00	44.00	Arcilloso
2224.50	0.790	0.045	9.87	36.00	12.00	52.00	Arcilloso
839.30	1.144	0.083	7.66	30.00	28.00	52.00	Arcilloso
525.60	1.770	0.102	7.66	34.00	24.00	42.00	Arcilloso
275.40	1.120	0.064	1.04	28.00	20.00	52.00	Arcilloso
63.10	1.310	0.076	18.15	24.00	28.00	48.00	Arcilloso
-----	2.100	0.121	9.87	34.00	18.00	48.00	Arcilloso
-----	2.100	0.121	11.53	30.00	24.00	46.00	Arcilloso
-----	1.440	0.083	13.18	36.00	24.00	40.00	Arcilloso
-----	1.240	0.071	28.09	32.00	20.00	48.00	Arcilloso

Cuadro (9A).- Resultados de los análisis de fertilidad y físicos, realizados con las muestras de suelo obtenidas de los pozos de observación

Localidad: Río Bravo, Tamps Análisis: Fertilidad y Físicos Año: 1990

Pozo	Mat. Organica (%)	Nitrogeno total (%)	Fósforo disponible ppm.	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
1 - 2	2.100	0.121	9.87	28.00	18.00	54.00	Arcilloso
3 - 4	2.100	0.121	10.97	30.00	24.00	46.00	Arcilloso
- 5 -	2.100	0.121	9.87	32.00	26.00	42.00	Arcilloso

Cuadro (10A).- Resultados de las pruebas de conductividad hidráulica, realizadas en los pozos de observación.

Localidad: Río Bravo, Tamps

Análisis: Físicos

Año: 1990

Pozo	Conductividad Hidráulica (m/día)	Clasificación Agronómica
A-1	0.0496	Lenta
A-2	0.0332	Lenta
A-3	0.0567	Lenta
A-4	0.0270	Lenta
A-5	0.0303	Lenta
B-1	0.0319	Lenta
B-2	0.0602	Lenta
B-3	0.0279	Muy lenta
B-4	0.0582	Lenta
B-5	0.0224	Muy lenta

APENDICE III

Cuadro (11A). - Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de agua freática.

Localidad: Río Bravo, Tamps. Análisis: Salinidad agua freática Año: 1990

Pozo	Fecha	pH	C.E.*10 <sup>3</sup> a 25°C	Cationes (meq/lto)				Aniones (meq/lto)				S.E. S.P meq/l	RAS	CSR meq/l	PSP (%)	Clasificación Agronómica	Prof. N.P. (cm)				
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	CO <sub>3</sub> <sup>==</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>							Cl <sup>-</sup>	Total		
A-1	10-Marzo	7.88	10,400	25.50	23.00	55.50	-	104.00	---	2.50	73.50	28.00	104.00	78.50	64.75	11.33	0	70.70	C4S2	0.82	
	30-Marzo	7.42	13,600	28.00	19.00	89.00	-	136.00	1.0	7.00	52.00	76.00	136.00	108.0	102.00	18.36	0	82.40	C4S3	1.28	
	20-Abril	7.25	6,600	22.50	13.00	30.50	-	66.00	---	2.00	43.50	20.50	66.00	43.50	42.25	7.24	0	70.11	C4S1	0.75	
A-2	10-Marzo	7.75	13,400	29.50	23.00	81.50	-	134.00	---	2.50	90.50	41.00	134.00	104.5	86.25	15.91	0	77.99	C4S2	0.87	
	30-Marzo	-	-----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.05
	20-Abril	7.47	11,400	33.00	19.00	62.00	-	144.00	2.0	3.00	94.00	15.00	114.00	81.00	62.00	12.16	0	76.54	C4S2	0.805	
A-3	10-Marzo	7.53	15,500	31.50	29.50	94.00	-	155.00	1.0	2.00	125.50	26.50	155.00	123.5	89.25	17.03	0	76.11	C4S2	0.82	
	30-marzo	7.44	18,500	36.00	25.00	124.00	-	185.00	2.0	6.50	108.00	68.50	185.00	149.0	122.50	22.46	0	83.22	C4S3	1.01	
	20-Abril	7.50	17,500	45.00	27.50	102.50	-	175.00	2.0	2.00	98.50	72.50	175.00	130.0	121.50	17.03	0	78.84	C4S2	0.75	
A-4	10-Marzo	-	-----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.795
	30-marzo	7.40	9,200	25.00	15.50	51.50	-	92.00	1.0	8.00	29.00	54.00	92.00	67.00	68.50	11.45	0	76.86	C4S2	1.005	
	20-Abril	7.83	7,100	21.00	11.50	38.50	-	71.00	---	2.00	55.50	13.50	71.00	50.00	41.25	9.50	0	77.00	C4S1	0.74	
A-5	10-Marzo	7.89	11,400	25.00	22.00	67.00	-	114.00	---	3.00	83.50	27.50	114.00	89.00	69.25	13.83	0	95.28	C4S2	0.838	
	30-marzo	7.40	13,400	27.00	16.00	91.50	-	134.00	2.0	6.50	43.00	52.50	114.00	107.0	74.00	19.63	0	85.04	C4S3	1.05	
	20-Abril	7.99	15,600	37.50	29.50	89.00	-	156.00	1.0	2.00	97.50	55.50	156.00	118.5	104.25	15.38	0	75.10	C4S2	0.65	



Cuadro (12A).- Resultados de los análisis de salinidad correspondientes a las muestras de agua freática.

Localidad: Río Bravo, Tamps Análisis: Salinidad agua freática Año: 1990

Pozo	Fecha	pH	C.E. *10 <sup>3</sup> a 25°C	Cationes (meq/lto)				Aniones (meq/lto)				S.E. meq/l	RAS	CSR meq/l	PSP (%)	Clasificación Agronómica	Prof. N.F. (cm)				
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Total	CO <sub>3</sub> <sup>==</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>							Cl <sup>-</sup>	Total		
B-1	10-Marzo	7.82	11,600	30.50	14.50	71.00	-	116.00	0.50	2.50	78.50	34.50	116.00	85.50	73.75	14.97	0	83.04	C482	0.84	
	30-Marzo	7.16	10,600	13.50	15.00	77.50	-	106.00	1.00	3.00	38.50	63.50	106.00	92.50	82.75	20.53	0	93.65	C483	1.03	
	20-Abril	8.13	7,650	25.00	13.00	38.50	-	76.50	---	2.50	59.00	15.00	76.50	51.50	44.50	8.84	0	74.75	C481	0.79	
B-2	10-Marzo	7.60	16,000	32.50	21.00	106.50	-	160.00	1.0	3.00	85.50	70.50	160.00	74.00	113.25	28.59	0	143.9	C484	0.84	
	30-Marzo	7.60	15,400	15.00	15.50	123.50	-	154.00	---	4.50	58.50	91.00	154.00	139	120.25	31.63	0	88.64	C484	1.00	
	20-Abril	7.92	13,400	33.50	23.50	77.00	-	134.00	1.0	2.50	122.50	8.00	134.00	100.5	69.50	14.43	0	76.61	C482	0.85	
B-3	10-Marzo	7.62	19,000	33.50	30.00	126.50	-	190.00	1.0	4.00	132.50	52.50	190.00	93.00	118.75	22.46	0	92.33	C483	0.76	
	30-marzo	7.69	18,500	16.00	16.00	153.00	-	185.00	1.0	4.00	59.00	121.0	185.00	137	190.50	38.25	0	111.6	C484	0.84	
	20-Abril	7.85	23,000	55.00	40.50	135.50	-	231.00	4.0	3.00	189.50	34.50	231.00	80.50	129.25	19.61	0	168.3	C483	0.85	
B-4	10-Marzo	-	-	-	-	-	-	-	---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.73
	30-marzo	7.54	14,400	16.50	14.00	113.50	-	144.00	---	4.00	53.50	86.50	114.00	37.00	113.25	29.07	0	306.7	C484	0.94	
	20-Abril	7.86	20,200	52.50	36.00	113.50	-	202.00	2.0	4.00	190.50	5.50	202.00	61.00	100.75	17.06	0	106.0	C483	0.80	
B-5	10-Marzo	7.78	17,500	30.00	30.00	115.00	-	175.00	1.0	3.00	140.50	30.50	175.00	85.00	100.75	21.00	0	135.2	C483	0.73	
	30-marzo	7.66	16,500	13.50	16.50	135.00	-	165.00	---	3.50	68.00	93.50	165.00	121.5	127.50	34.81	0	111.1	C484	0.95	
	20-Abril	7.72	26,000	75.00	40.00	145.00	-	260.00	2.0	4.00	220.00	34.00	260.00	70.50	144.00	19.13	0	207.1	C483	0.84	

APENDICE IV

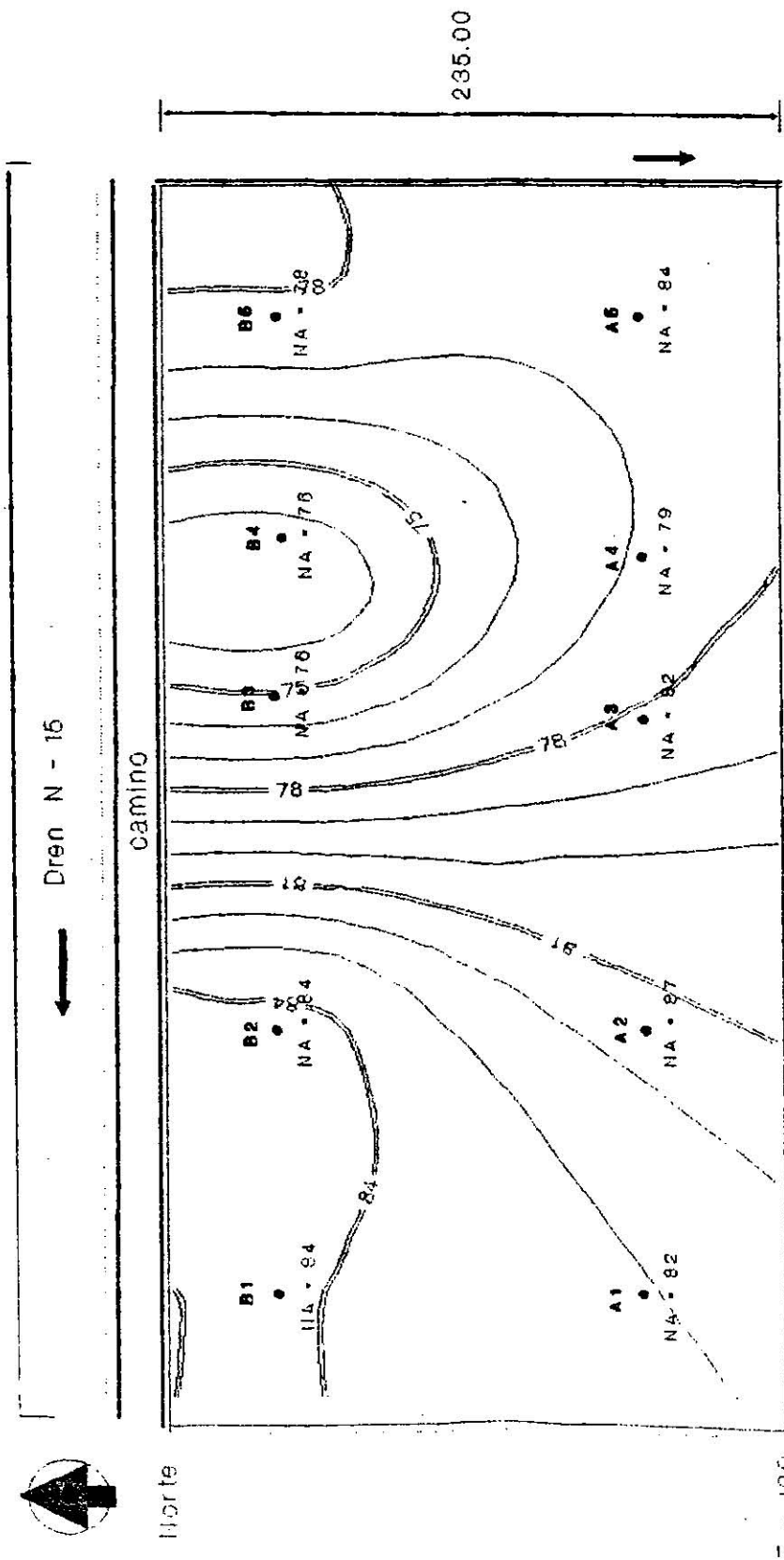


Fig. 1.-  
**PLANO DE ISOBATAS DE MARZO**  
**ESC. 1 : 3,000**

**SIMBOLOGIA**

- POZOS DE OBSERVACION
- NA = NIVEL DEL AGUA

<b>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON</b>	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
OPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO BAJO RIO BRAVO, TAMPS.	
PLANO: PLANO DE ISOBATAS DE MARZO	
EJECUTO:	ABESOR:
GABRIEL ACOSTA	J. FCO. PIBSANI Z
FELIPE TORRES ROBBANO	DIBUJO:
CLARA M. QUIRINO M.	GABRIEL ACOSTA
	LOTE N° 12580
ESCALA: 1 : 3,000	AREA: 50,102.60 M <sup>2</sup>
	FECHA: 10 MARZO 1990

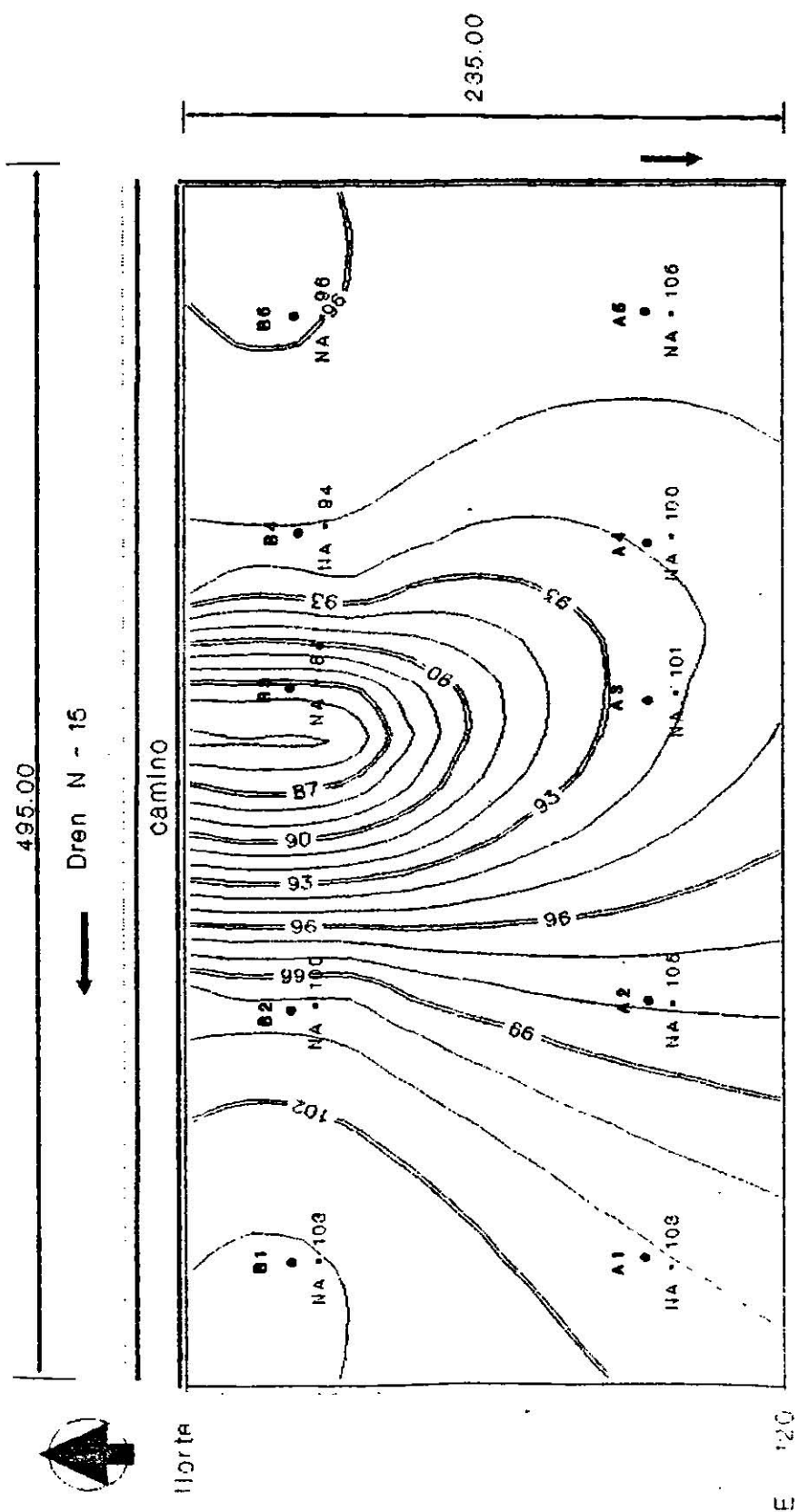
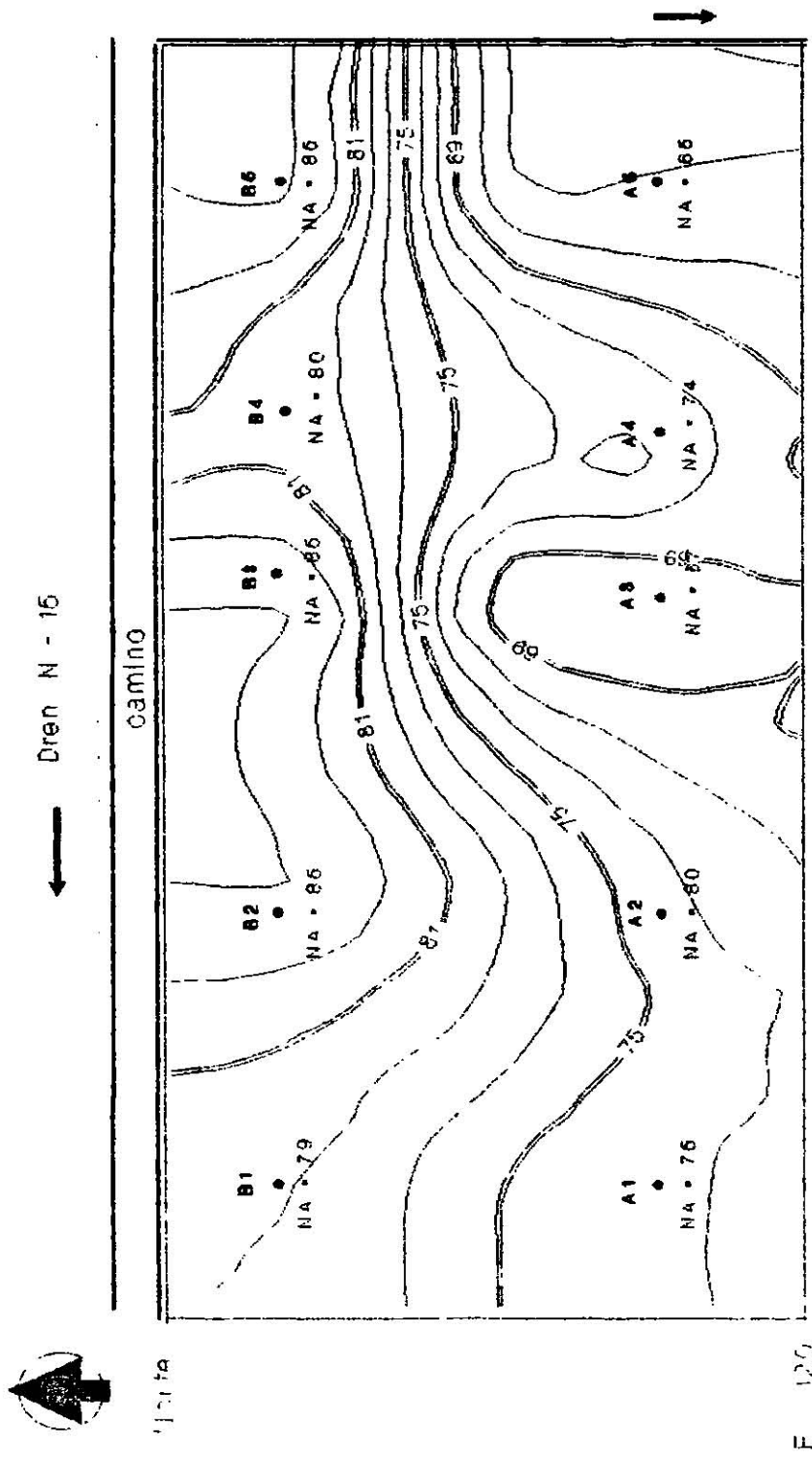


Fig. 2.- PLANO DE ISOBATAS DE MARZO  
ESC. 1 : 3,000

**SIMBOLOGIA**

- PZOS DE OBSERVACION
- NA - NIVEL DEL AGUA ( Cm.)

<b>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON</b>	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO BAJO RIO BRAVO, TAMPS.	
PLANO: PLANO DE ISOBATAS DE MARZO	
EJECUTO: GABRIEL ACOSTA FELIPE TORRES ROBBANO CLARA MA. QUIRINO M	ASESOR: J. FCO. PIZZANI Z DIBUJO: GABRIEL ACOSTA LOTE N° 12350
ESCALA: 1 : 3,000	AREA: 68,102.60 M2 FECHA: 30 MARZO 1990



Dren E - 120

### PLANO DE ISOBATAS DE ABRIL

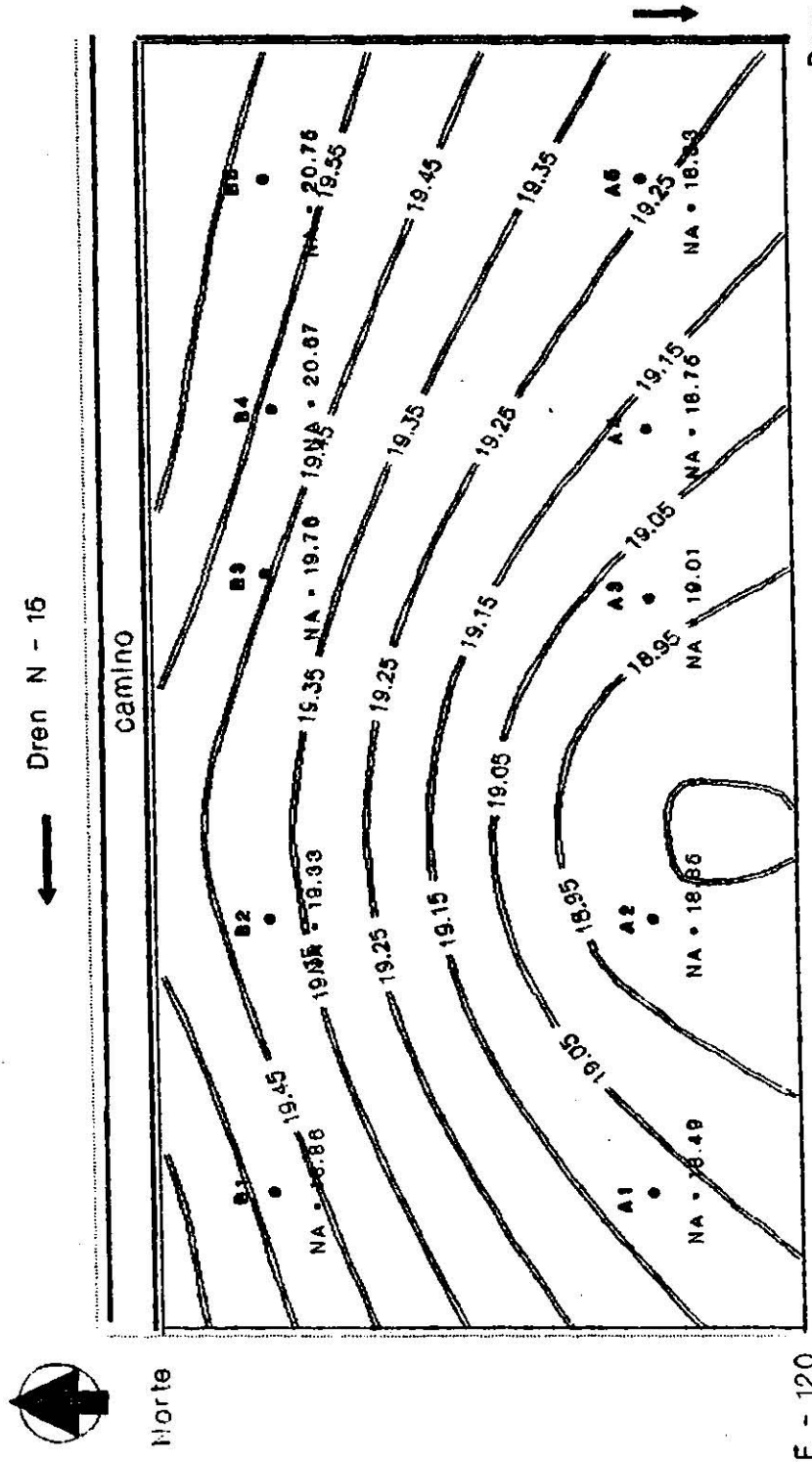
ESC. 1 : 3,000

Fig. 3.-

### SIMBOLOGIA

- POCOS DE OBSERVACION
- LINEA DEL AGUA ( Cr. )

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO BAJO RIO BRAVO, TAMPS.	
PLANO: PLANO DE ISOBATAS DE ABRIL	
EJECUTO:	ABESOR:
GABRIEL ACOSTA	J. FCO. PISBAHIZ
FELIPE TORRES ROSSANO	DIBUJO:
CLARA M. QUIRINO II	GABRIEL ACOSTA
	LOTE N° 12680
ESCALA: 1 : 3,000	AREA: 88,182.60 M2
	FECHA: 20 ABRIL 1980



Dren E - 120

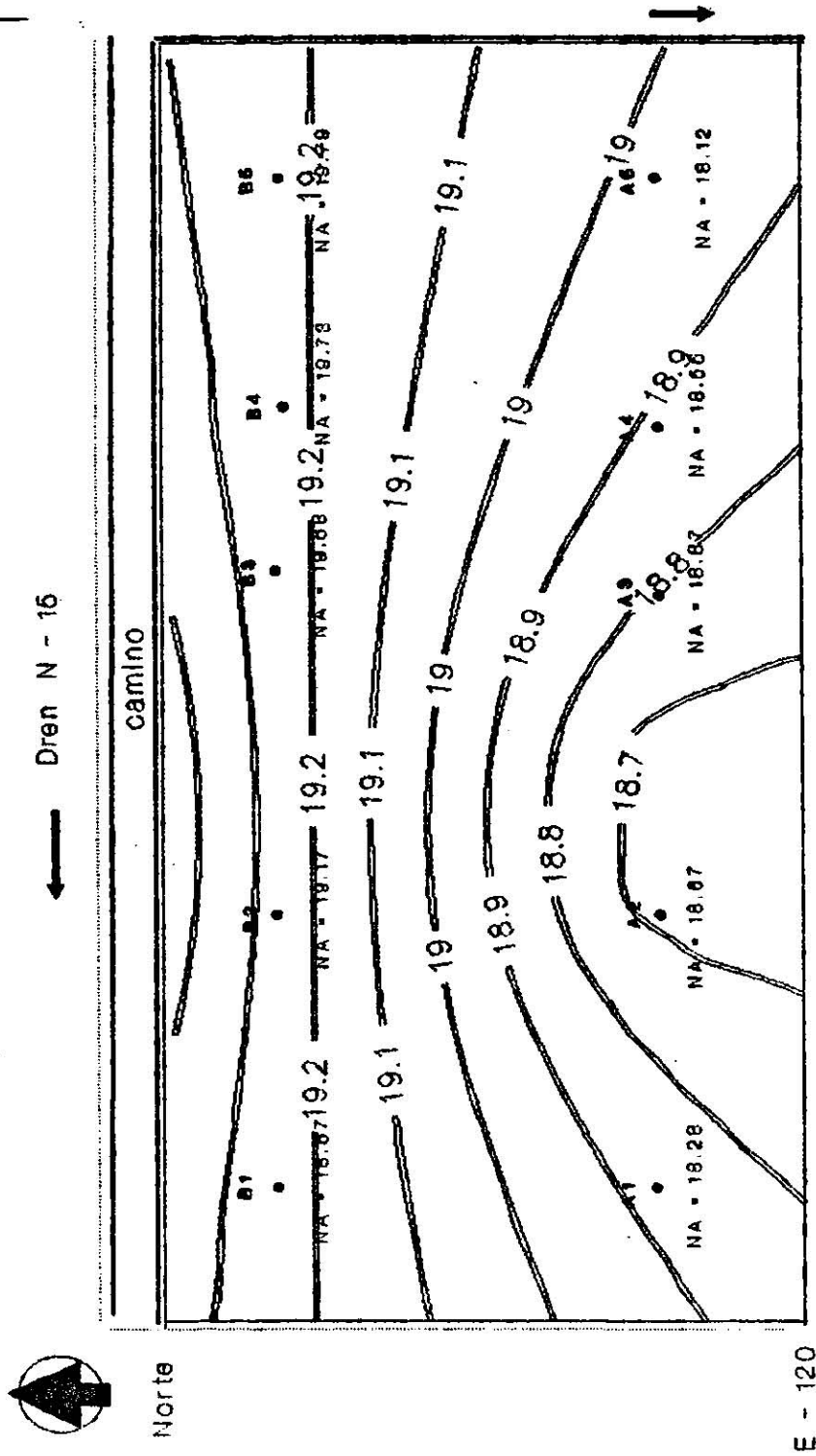
**PLANO DE ISOHIPASAS DE MARZO**  
**ESC. 1 : 3,000**

**SIMBOLOGIA**

- POZOS DE OBSERVACION
- NA - NIVEL DE LA COTA DEL FREATICO

<b>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON</b>	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO BAJO RIO BRAVO, TAMPS.	
PLANO: PLANO DE ISOHIPASAS DE MARZO	
EJECUTO:	ASESOR:
GABRIEL ACOBTA	J. FCO. PIRIBANI Z
SELIPE TORRES ROBBANO	DIBUJO:
CLARA MA. QUIRINO M.	GABRIEL ACOBTA
	LOTE N° 12689
ESCALA: 1 : 3,000	AREA: 68,192.60 M2
	FECHA: 10 MARZO 1980

E - 120



Dren E - 120

**PLANO DE ISOHIPASAS DE MARZO**

**ESC. 1 : 3,000**

Fig. 5.-

**SIMBOLOGIA**

- POZOS DE OBSERVACION
- HA - NIVEL DE LA COTA DEL FREATICO

<b>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON</b>	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO BAJO RIO BRAVO, TAMPS.	
PLANO: PLANO DE ISOHIPASAS DE MARZO	
EJECUTO:	ABSORI:
GABRIEL ACOSTA	J. FCO. PISBANI Z
FELIPE TORRES ROSSANO	DIBUJO:
GLARA MA. QUIRINO M.	GABRIEL ACOSTA
	LOTE N° 12880
ESCALA: 1 : 3,000	AREA: 68,102.50 M2
	FECHA: 30 MARZO 1990

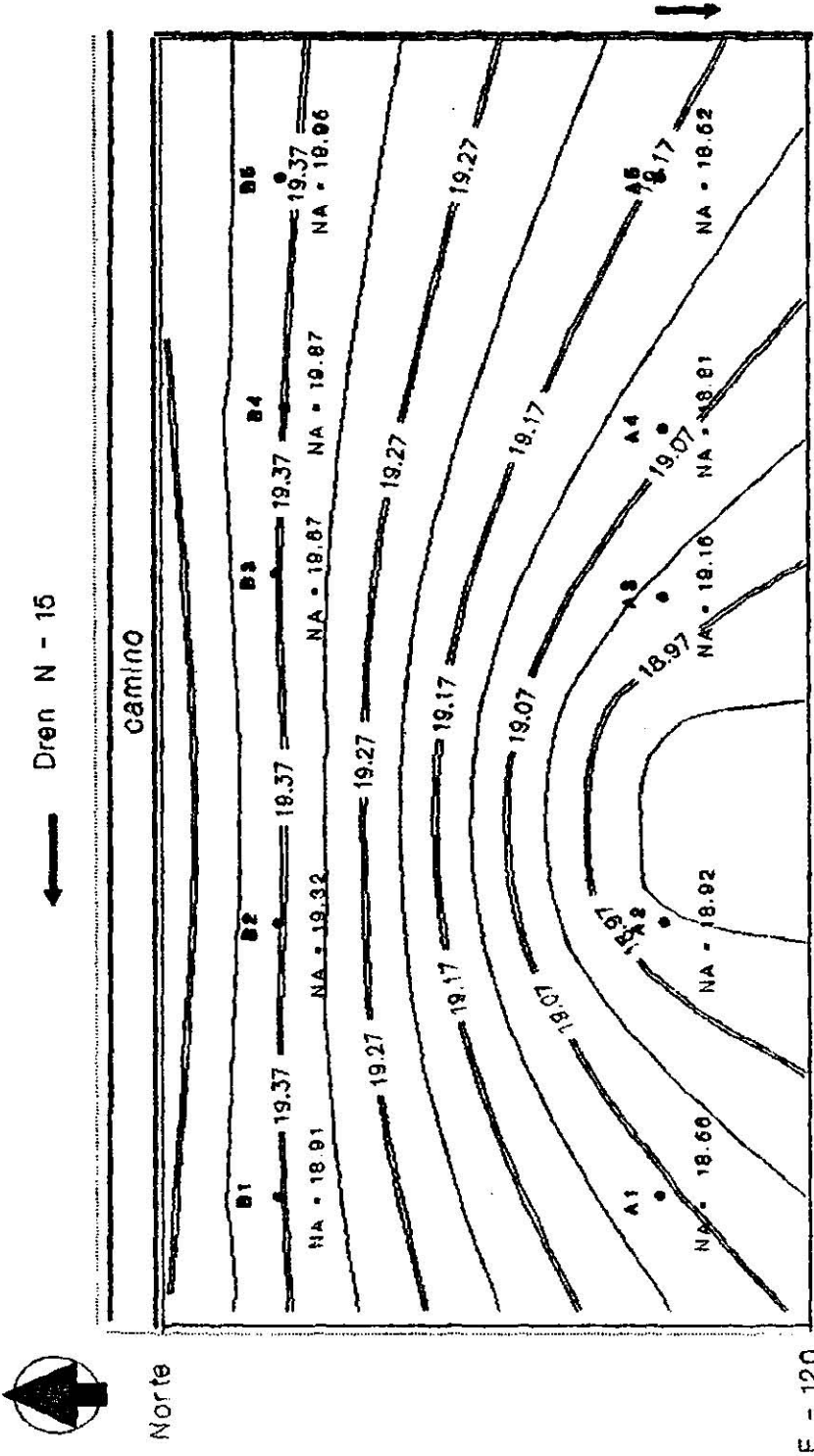


Fig. 6.- PLANO DE ISOHIPSPAS DE ABRIL  
ESC. 1 : 3,000

**SIMBOLOGIA**

- POZOS DE OBSERVACION
- NA • NIVEL DE LA COTA DEL FREATICO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE AGRONOMIA	
DPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA	
PROYECTO BAJO RIO BRAVO, TAMPS.	
PLANO: PLANO DE ISOHIPSPAS DE ABRIL	
EJECUTOR: GABRIEL ACOSTA FELIPE TORRES ROSSANO CLARA NA. QUIRINO M	ASESOR: J. FCO. PIBBANI Z DIBUJO: GABRIEL ACOSTA LOTE N° 12690
ESCALA: 1 : 3,000	AREA: 59,102.60 M2
FECHA: 20 ABRIL 1990	



APENDICE V

CUADRO (13A).- Variable: Altura de la planta (cm)

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.90	5.80	9.95	12.10	12.20	15.80
1	59.50	61.80	31.00	22.00	34.00	28.00
2	44.00	59.80	49.00	28.70	34.00	25.50
3	62.50	58.50	39.30	21.40	21.10	20.50
4	70.60	62.80	47.00	37.80	22.00	29.50
5	62.50	68.00	46.40	30.40	25.40	21.00
6	64.80	66.60	28.40	41.00	21.60	28.00
7	72.80	65.30	44.10	36.50	23.40	28.90
8	61.00	63.50	39.60	46.70	32.60	30.60
9	65.20	64.60	29.80	35.20	27.20	24.70
10	62.00	59.00	28.70	25.00	30.40	21.10
11	69.60	56.20	34.30	41.00	28.50	17.70
12	63.40	47.50	42.50	33.50	31.20	26.60
13	66.00	67.70	30.50	32.50	24.00	18.40
14	70.50	60.60	38.60	36.20	28.60	17.80
15	69.00	64.70	33.00	39.60	24.20	22.00
16	67.40	54.50	30.80	30.00	25.30	20.60
17	55.50	65.00	38.20	32.40	26.60	20.50
18	71.50	58.20	29.00	27.40	28.00	10.00
19	60.00	54.50	28.50	28.00	20.20	17.30
20	64.10	34.80	35.00	36.90	22.00	19.50
21	64.50	60.60	26.50	33.00	26.00	23.20
22	63.80	48.80	35.60	33.70	17.00	20.30
23	63.10	53.00	37.50	32.80	29.00	19.70
24	38.90	59.00	34.10	22.50	30.60	20.70
25	65.40	56.50	29.00	32.80	28.00	19.60
26	63.40	45.20	34.60	26.70	21.00	17.80
27	62.00	50.20	34.70	30.30	29.00	20.90
28	61.10	39.50	37.00	30.50	23.00	21.50
29	59.30	58.60	26.00	21.10	18.00	20.30
30	58.50	66.00	41.10	32.33	20.50	17.00

CUADRO (14A).- Variable: Longitud de espiga (cm)

R E N D I M I E N T O						
REPETICION	6.90	5.80	9.95	12.1	12.2	15.8
1	4.60	5.60	3.00	3.80	4.80	3.50
2	6.00	4.90	5.30	4.70	5.00	3.60
3	7.00	4.40	4.50	3.40	3.60	3.60
4	7.20	7.30	6.40	4.30	4.00	4.30
5	7.00	7.10	5.20	3.40	4.90	4.00
6	5.80	6.40	4.40	4.80	4.70	4.00
7	8.40	6.00	5.60	3.50	3.80	5.40
8	5.50	6.50	4.80	4.80	4.50	3.50
9	6.60	6.30	3.80	3.70	4.50	5.40
10	6.00	5.00	3.70	3.00	5.80	4.30
11	7.70	6.10	4.50	4.90	5.00	4.40
12	5.40	6.00	6.40	3.50	5.40	4.00
13	5.00	5.80	3.50	5.50	4.30	4.00
14	6.80	4.80	4.20	5.20	4.10	3.70
15	6.00	6.20	3.00	4.20	4.90	4.00
16	7.00	4.50	2.80	5.00	4.00	3.80
17	4.50	6.00	4.50	5.40	4.50	3.90
18	7.00	6.20	3.00	4.40	4.50	3.00
19	6.50	4.40	2.50	2.50	3.30	3.40
20	7.00	2.50	3.00	4.30	3.00	3.70
21	5.50	5.40	3.00	3.50	4.20	3.50
22	5.70	3.50	4.80	4.10	3.50	3.30
23	6.70	6.80	3.50	3.70	4.60	4.00
24	6.40	4.00	4.20	2.50	4.10	4.50
25	6.10	4.50	3.00	3.70	4.80	4.00
26	5.50	3.70	5.00	3.70	3.60	3.30
27	6.00	5.00	3.70	3.70	4.80	3.90
28	5.90	4.00	3.00	4.00	5.00	4.50
29	5.00	5.60	2.50	3.10	3.00	3.90
30	6.00	6.00	4.60	4.90	3.60	3.60

CUADRO (15A).- Variable: Granos por espiga

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.9	5.8	9.95	12.1	12.2	15.8
1	16	23	7	9	16	9
2	16	16	20	11	18	10
3	24	12	14	10	9	3
4	22	38	18	10	8	11
5	27	29	17	7	9	7
6	21	20	9	15	10	5
7	31	24	23	12	9	10
8	16	24	13	15	9	11
9	24	29	10	11	13	13
10	19	16	8	7	16	5
11	35	12	15	17	15	1
12	19	31	9	9	14	6
13	20	17	11	26	10	8
14	28	15	15	13	22	4
15	21	22	10	11	11	4
16	28	17	9	16	10	6
17	15	27	14	18	11	3
18	27	24	10	11	14	2
19	22	12	7	6	4	3
20	27	11	8	14	9	5
21	23	18	8	12	12	7
22	16	16	9	11	6	7
23	21	24	10	12	17	8
24	19	16	11	6	9	4
25	21	17	10	9	12	3
26	21	5	16	8	6	4
27	23	12	7	11	12	3
28	22	12	10	11	6	7
29	18	15	4	6	6	1
30	20	25	11	14	5	2

CUADRO (16A).- Variable: Volumen desplazado de 100 semillas.

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.90	5.80	9.95	12.1	12.2	15.8
1	2.30	1.70	1.50	1.50	1.20	1.00
2	2.50	1.60	1.70	1.40	1.30	1.20
3	2.40	1.70	1.70	1.50	1.40	1.30
4	2.10	1.70	1.60	1.50	1.40	1.20
5	1.99	1.70	1.89	1.40	1.30	
6	2.30	1.60	1.50	1.60	1.40	
7	2.70	1.50	1.80	1.50	1.50	
8	2.50	1.50	1.70	1.40	1.50	
9	2.60	1.50	1.50	1.50	1.50	
10	2.99	1.70	1.69	1.50	1.30	
11	2.50	1.50	1.60	1.60	1.20	
12	2.60	1.60	1.40	1.70	1.40	
13	2.50	1.50	1.70	1.60	1.20	
14	2.60	1.40	1.50	1.50	1.20	
15	2.50	1.60	1.70	1.50	1.40	
16	2.50	1.70	1.70	1.60	1.40	
17	2.50	1.70	1.40	1.50		
18	2.60	1.70	1.50	1.70		
19	2.80	1.60	1.60	1.50		
20	2.80	1.70	1.70	1.40		
21	2.80	1.60	1.80	1.00		
22	2.40	1.80	1.60	1.60		
23	2.60	1.60	1.70	1.40		
24	2.80	1.50	1.90	1.60		
25	2.70	1.60	1.90	1.20		
26	2.50	1.50	1.80	1.50		
27	2.60	1.80	1.90	1.20		
28	2.40	1.50	1.80	1.60		
29	2.50	1.60	1.80	1.60		
30	2.70	1.50	1.90	1.50		

CUADRO (17A).- Variable: Espiguillas por espiga.

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.9	5.8	9.95	12.1	12.2	15.8
1	8	9	4	5	8	8
2	13	8	10	8	9	6
3	13	12	7	6	5	5
4	11	12	12	7	6	8
5	13	12	9	6	6	8
6	10	10	5	7	6	8
7	13	9	8	6	5	8
8	9	10	8	8	7	7
9	10	10	7	6	8	8
10	12	8	6	5	9	6
11	13	9	7	7	8	7
12	10	10	8	6	8	6
13	9	9	7	7	8	6
14	12	8	7	8	7	5
15	10	10	6	6	8	7
16	12	8	5	7	8	5
17	9	10	6	7	7	5
18	13	10	6	6	8	4
19	13	7	4	5	4	6
20	10	6	7	7	6	5
21	11	9	5	6	6	6
22	9	8	6	7	6	7
23	10	11	6	7	9	6
24	12	8	6	4	6	8
25	9	8	5	6	8	7
26	10	5	8	6	6	5
27	11	8	5	6	7	7
28	11	7	7	7	6	8
29	11	9	4	4	4	6
30	10	10	7	7	5	5

CUADRO (18A).- Variable: Granos por espiguilla.

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.9	5.8	9.95	12.1	12.2	15.8
1	2.00	2.56	1.75	1.80	2.00	1.13
2	1.23	2.00	2.00	1.38	2.00	1.67
3	1.85	1.00	2.00	1.67	1.80	0.60
4	2.00	3.17	1.50	1.43	1.33	1.38
5	2.08	2.42	1.89	1.17	1.67	0.88
6	2.10	2.00	1.80	2.14	1.67	0.63
7	2.38	2.67	2.88	2.00	1.80	1.25
8	1.78	2.40	1.63	1.88	1.29	1.57
9	2.40	2.90	1.43	1.83	1.63	1.63
10	1.58	2.00	1.33	1.40	1.78	0.83
11	2.75	1.33	2.14	2.43	1.88	0.14
12	1.90	3.10	1.13	1.50	1.75	1.00
13	2.22	1.89	1.57	3.71	1.25	1.33
14	2.32	1.88	1.86	2.75	1.71	0.80
15	2.10	2.20	1.67	1.83	1.38	0.57
16	2.33	2.13	1.80	2.29	1.23	1.20
17	1.67	2.70	2.33	2.57	1.57	0.60
18	2.08	2.40	1.67	1.83	1.75	0.50
19	1.69	1.71	1.75	1.20	1.00	0.50
20	2.70	1.57	1.14	2.00	1.50	1.00
21	2.09	2.00	1.60	2.00	2.00	1.17
22	1.78	2.00	1.50	1.57	1.00	1.00
23	2.10	2.18	1.67	1.71	1.89	1.33
24	1.58	2.00	1.83	1.50	1.50	0.50
25	2.33	2.13	2.00	1.50	1.50	0.43
26	2.10	1.00	2.00	1.33	1.00	0.80
27	2.09	1.50	1.40	1.83	1.71	0.43
28	2.00	1.71	1.43	1.57	1.00	0.88
29	1.64	1.67	1.00	1.50	1.50	0.17
30	2.00	2.50	1.57	2.00	1.00	0.47

CUADRO (19A).- Variable: Peso de 1000 semillas.

REPETICION	Conductividad eléctrica (dS/m)					
	6.90	5.80	9.95	12.10	12.20	15.80
1	28.20	28.70	19.00	19.00	16.20	12.20
2	31.40	33.30	21.60	18.50	16.30	15.20
3	30.20	34.50	21.50	20.10	17.90	15.20
4	32.70	32.50	21.20	18.60	15.60	16.00
5	29.60	33.30	22.90	16.00	15.30	
6	28.80	32.50	19.00	19.10	15.30	
7	33.30	30.20	24.60	20.20	17.00	
8	33.00	31.80	21.30	18.40	19.10	
9	32.80	32.60	19.70	18.40	17.10	
10	31.10	33.30	21.30	18.60	15.50	
11	31.60	33.60	20.80	19.90	15.50	
12	32.20	33.50	20.00	19.90	17.40	
13	31.90	30.30	22.60	18.00	16.30	
14	30.70	32.00	18.50	18.00	15.30	
15	31.70	32.50	21.90	17.70	18.00	
16	31.10	33.30	23.30	19.90	17.70	
17	31.40	34.00	18.70	19.30		
18	32.50	33.00	20.80	18.90		
19	33.30	33.10	22.00	18.90		
20	33.20	34.40	22.70	16.50		
21	29.40	34.10	23.20	15.30		
22	30.90	34.30	23.80	17.80		
23	32.10	32.00	21.80	18.00		
24	32.50	32.00	24.90	19.00		
25	32.70	32.60	24.00	16.60		
26	30.90	31.50	22.90	18.40		
27	33.90	33.60	23.10	15.00		
28	30.00	33.10	23.90	19.10		
29	29.50	32.20	23.40	18.00		
30	33.60	30.10	22.70	18.40		

CUADRO (20A).- Variable: Espiguillas por metro cuadrado.

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.90	5.80	9.95	12.10	12.20	15.8
1	333	333	373	318	192	171

CUADRO (21A).- Variable: Granos por metro cuadrado.

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.90	5.80	9.95	12.10	12.20	15.80
1	7861	7004	3928	3008	1839	0446

CUADRO (22A).- Variable: Peso por planta.

Conductividad eléctrica (dS/m)						
REPETICION	6.90	5.80	9.95	12.10	12.20	15.80
1	0.7217	0.6680	0.2250	0.1653	0.1434	0.0369

CUADRO (23A).- Datos climatológicos, Pp y T° promedio en grados centígrados del período vegetativo del cultivo de Trigo (*Triticum estivum* L.), Enero - Abril de 1990.

MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL	
	T°	Pp mm	T°	Pp mm	T°	Pp mm	T°	Pp mm
1	11	3	24		9	1	26	1
2	13	1	25	1	13		25	2
3	20		20		17		23	
4	19		16		18		23	
5	16		16	2	21		25	
6	14	5	18		25		26	
7	14		20		27		17	
8	14		24		26		21	3
9	19		26		26		26	11
10	20		19		26		27	9
11	23		20		25		21	
12	20		19		26		18	2
13	14		22		26		23	T
14	22		25		26		27	
15	20		22		22		26	
16	24		16	5	20		26	
17	26		13		18		25	
18	26		13	5	20		27	
19	26		14	1	22		28	
20	17		20	32	18		27	
21	16		17	4	20		28	
22	18		17		23		27	
23	22		15		22		28	
24	24		16		24		28	
25	16		18		22	7	28	
26	12		21		16		25	12
27	21		23		16		28	
28	22		24	2	21	1	28	
29	16		-		26	2	28	
30	18	7	-		16		29	
31	23		-		27	1	-	

Fuente: Campo Experimental de Río Bravo Tamps.

