

2024  
12  
Escobar



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

**EFFECTO DE DIVERSAS SOLUCIONES SALINAS DE COMPOSICION  
TOTAL Y CUALITATIVA SOBRE LA EMERGENCIA DE  
VARIETADES CRIOLLAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*  
L., *Phaseolus coccineus* L.), Y MAIZ (*Zea mays* L.)  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

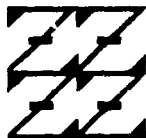
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A .

ESTELA ESCOBAR REBOLLAR



LO MUESTRA SU JE  
DE NUESTRA REFLEXION

DIRIGIDO POR:

DR. MANUEL ORTEGA ESCOBAR  
M. EN C. RAMIRO RIOS GOMEZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1994



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES:**

**Sra. Natividad Rebollar Escobar**

Por brindarme lo más preciado para mi, amor y confianza,  
libertad y trabajo

**Sr. Juan Escobar Rebollar**

Por ser un hombre trabajador

### **A MIS HERMANOS:**

**Elia y Luis**

Por que siempre hemos estado unidos en las buenas y en las malas

**A Jaime Avila Salinas, por su trabajo**

**A Leonor Blanco Castillo**

### **A MIS SOBRINOS:**

**Juan Luis, Luis E, y Elia Nery**

### **A MI FAMILIA**

**Paterna y Materna**

### **A MIS AMIGOS**

Los cuales no cito por temor a omitir alguno de ellos

### **A MIS ALUMNOS Y EXALUMNOS**

**A LOS QUE NO SE DAN POR VENCIDOS Y TODO LO LOGRAN**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al M. en C. Ramfiro Ríos Gómez, por su amistad, dirección, asesoría así como su apoyo incondicional al brindarme espacio, tiempo y trabajo desde el primer momento en que decidí realizar esta investigación de tesis.

Al DR. Manuel Ortega Escobar, por brindarme su amistad, dirección y asesoría así como otorgarme las facilidades para la realización de este trabajo en las instalaciones del Centro de Hidrociencias del Colegio de Postgraduados. Montecillo Edo. de México.

A la M. en C. Elia Garcia G., por dedicarme su tiempo en el procesamiento estadístico de los datos.

A Biol. Aida Zapata Cruz, por nuestra amistad de años, y por las facilidades otorgadas a través de la Secretaría Técnica de la Carrera de Biología.

Al Sr. Fernando Espejel E., hombre cumplido y trabajador y al Sr. Daniel Flores quienes me ayudaron en el establecimiento del experimento en el invernadero ubicado en la Estación Lisimétrica del C.P.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza a través de la Jefatura de la Carrera de Biología por proporcionarme las facilidades para utilizar sus instalaciones así como su equipo de computo.

A todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron con su granito de sal en la elaboración y culminación de este trabajo.

# I N D I C E

	Pág.
I. INTRODUCCION .....	1
II. JUSTIFICACION .....	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
IV. OBJETIVOS	
4.1. Objetivo general .....	5
4.2. Objetivos específicos .....	5
V. HIPOTESIS .....	5
VI. REVISION DE LITERATURA	
6.1. Geoquímica de los suelos .....	6
6.2. Las sales solubles más importantes en suelos y aguas de las zonas áridas y semiáridas. ....	9
6.3. Efecto de las sales solubles sobre las plantas	
6.3.1. Efecto de la salinidad sobre la germinación .....	12
6.3.2. Efectos osmóticos .....	15
6.3.3. Efectos tóxicos de iones específicos .....	16
6.3.4. Desbalances nutrimentales y cambios en la anatomía de la planta .....	17

	Pág.
<b>VII. LOCALIZACION DEL AREA DE RECOLECTA DEL</b>	
<b>GERMOPLASMA .....</b>	<b>20</b>
7.1. Medio físico y geográfico del Municipio de Temascalapa .....	20
7.2. Recursos naturales y uso del suelo .....	22
7.3. Medio físico y geográfico del Municipio de Nextlalpan. ....	24
 <b>VIII. MATERIALES Y METODOS</b>	
8.1. Descripción del área experimental .....	27
8.2. Materiales .....	27
8.3. Métodos .....	30
8.3.1. Selección de los tratamientos .....	30
8.3.2. Preparación de los tratamientos .....	31
8.4. Diseño Experimental .....	49
8.4.1. Instalación de los Experimentos .....	49
8.5. Observaciones durante el desarrollo de los experimentos .....	50
8.5.1. Durante la fase de emergencia .....	50
8.5.2. Determinación de la presión osmótica, CE y pH .....	50
8.6. Análisis estadístico .....	51
8.6.1. Análisis de varianza .....	51
8.6.2. Análisis de regresión .....	51

## IX. RESULTADOS Y DISCUSION

	Pág.
9.1. Valores de pH de las soluciones salinas utilizadas en el experimento sobre emergencia (sales puras y mezclas de sales) .....	53
9.2. Relación de la conductividad eléctrica (mmhos/cm) con el contenido de sales (ppm) .....	58
9.3. Porcentajes de emergencia de frijol y maíz en condiciones de salinidad cuantitativa y cualitativa .....	77
9.4. Porcentajes de emergencia del frijol .....	78
9.5. Porcentajes de emergencia del maíz .....	99
9.6. Cambios morfológicos, síntomas de deficiencia y toxicidad .....	120
9.7. Efectos de las sales puras y tipos de salinidad sobre la longitud de la raíz .....	121
9.8. Efectos de las sales puras y tipos de salinidad sobre la biomasa en peso fresco y seco. ....	122
X. CONCLUSIONES .....	124
XI. RECOMENDACIONES .....	127
XII. LITERATURA CITADA .....	128

## APENDICES

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Categoría de migración y movilidad de los elementos liberados de los minerales y de la corteza terrestre .....	8
2. Uso del suelo, Municipio de Temascalapa .....	23
Valores teóricos de la CE y concentración de sales puras para las semillas de frijol.	
3. Cloruro de sodio (NaCl) .....	33
4. Cloruro de calcio dihidratado (CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O) .....	33
5. Cloruro de magnesio sextahidratado (MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O) .....	34
6. Sulfato de magnesio heptahidratado (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O) .....	34
7. Sulfato de sodio anhidro (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	35
8. Carbonato de sodio (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) .....	35
Valores teóricos de la CE y concentración de sales puras para las semillas de maíz.	
9. Cloruro de sodio (NaCl) .....	36
10. Cloruro de calcio dihidratado (CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O) .....	36
11. Cloruro de magnesio sextahidratado (MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O) .....	37
12. Sulfato de magnesio heptahidratado (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O) .....	37
13. Sulfato de sodio anhidro (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	38
14. Carbonato de sodio (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) .....	38
Valores teóricos de la CE y concentración salina de las mezclas de sales para cada tratamiento para los cultivos de frijol	
15. Salinidad clorhídrica (Cl <sup>-</sup> / SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) = 2.5 .....	44
16. Salinidad sulfático-clorhídrica (Cl <sup>-</sup> / SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) = 1.5 .....	44



17. Salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 0.6 .....	45
18. Salinidad sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 0.15 .....	45
19. Salinidad sulfático-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 2.0 .....	46

Valores teóricos de la CE y concentración salina de las mezclas de sales para cada tratamiento para los cultivos de maíz.

20. Salinidad clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 2.5 .....	46
21. Salinidad sulfático-clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 1.5 .....	47
22. Salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 0.6 .....	47
23. Salinidad sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 0.15 .....	48
24. Salinidad sulfática-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{=}$ ) = 2.0 .....	48
25. Determinación del pH de las soluciones de sales puras a las que fueron expuestas las semillas de frijol durante la germinación .....	56
26. Determinación del pH de las soluciones de sales puras a las que fueron expuestas las semillas de maíz durante la germinación .....	56
27. Determinación del pH de las soluciones de mezclas de sales a las que fueron expuestos los cultivos de frijol durante la germinación .....	57
28. Determinación del pH de las soluciones de mezclas de sales a las que fueron expuestos los cultivos de maíz durante la germinación .....	57
29. Determinación de la conductividad eléctrica en (mmhos/cm) de las soluciones de sales puras a las que fueron expuestas las semillas de frijol durante la germinación .....	60
30. Determinación de la conductividad eléctrica en (mmhos/cm) de las soluciones de sales puras a las que fueron expuestas las semillas de maíz durante la germinación .....	60

31. Determinación de la conductividad eléctrica en (mmhos/cm) de las soluciones de mezclas de sales a los que fueron expuestos los cultivos de frijol durante la germinación .....	61
32. Determinación de la conductividad eléctrica en (mmhos/cm) de las soluciones de mezclas de sales a los que fueron expuestos los cultivos de maíz durante la germinación .....	61
33. Determinación de la presión osmótica en (bares) de las soluciones de sales puras a las que fueron sometidas las semillas de frijol durante la germinación .....	62
34. Determinación de la presión osmótica en (bares) de las soluciones de sales puras a las que fueron sometidas las semillas de maíz durante la germinación .....	62
35. Determinación de la presión osmótica en (bares) de las soluciones de mezclas de sales a las que fueron sometidas las semillas de frijol durante la germinación .....	63
36. Determinación de la presión osmótica en (bares) de las soluciones de mezclas de sales a las que fueron sometidas las semillas de maíz durante la germinación .....	63
37. Resultados de análisis de regresión (CE vs ppm) para frijol en sales puras .....	65
38. Resultados de análisis de regresión (CE vs bares) para frijol en sales puras .....	65
39. Resultados de análisis de regresión (CE vs ppm) para frijol en tipos de salinidad .....	68

	Pág.
40. Resultados de análisis de regresión (CE vs bares) para frijol en tipos de salinidad .....	68
41. Resultados de análisis de regresión (CE vs ppm) para maíz en sales puras .....	71
42. Resultados de análisis de regresión (CE vs bares) para maíz en sales puras .....	71
43. Resultados de análisis de regresión (CE vs ppm) para maíz en tipos de salinidad .....	74
44. Resultados de análisis de regresión (CE vs bares) para maíz en tipos de salinidad .....	74

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Representación esquemática de la unidad experimental .....	28
2. Concentración de soluciones con una sal en partes por millón o miligramos por litro, en relación con su conductividad eléctrica para los cultivos de frijol .....	66
3. Presión osmótica de soluciones con una sal y su relación con la conductividad eléctrica para los cultivos de frijol .....	67
4. Concentración de soluciones con un tipo de salinidad en partes por millón o miligramos por litro en relación con su conductividad eléctrica para los cultivos de frijol. ....	69
5. Presión osmótica de soluciones con un tipo de salinidad y su relación con la conductividad eléctrica para los cultivos de frijol .....	70
6. Concentración de soluciones con una sal en partes por millón o miligramos por litro, en relación con su conductividad eléctrica para los cultivos de maíz .....	72
7. Presión osmótica de soluciones con una sal y su relación con la conductividad eléctrica para los cultivos de maíz .....	73
8. Concentración de soluciones con un tipo de salinidad en partes por millón o miligramos por litro en relación con su conductividad eléctrica para los cultivos de maíz .....	75
9. Presión osmótica de soluciones con un tipo de salinidad y su relación con la conductividad eléctrica para los cultivos de maíz .....	76

	Pág.
10. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del frijol negro bola .....	79
11. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del frijol negro bola .....	80
12. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del frijol enredador amarillo .....	82
13. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del frijol enredador amarillo .....	83
14. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del frijol ayocote .....	86
15. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del frijol ayocote .....	87
16. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del frijol bayo .....	90
17. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del frijol bayo .....	91
18. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del frijol negro .....	93
19. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del frijol negro .....	94
20. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del frijol alubia .....	96
21. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del frijol alubia .....	97
22. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del maíz chitocle .....	100

	<b>Pág.</b>
23. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del maíz chitocle .....	101
24. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del maíz amarillo amarillo .....	103
25. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del maíz amarillo .....	104
26. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del maíz morado .....	107
27. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del maíz morado .....	108
28. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del maíz pinto .....	110
29. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del maíz pinto .....	111
30. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del maíz morado .....	113
de Tonanitla	
31. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del maíz morado de Tonanitla .....	114
32. Efecto de 6 tipos de sales puras en la emergencia del frijol blanco .....	116
33. Efecto de los tipos de salinidad en la emergencia del maíz blanco .....	117

## **LISTA DE CUADROS DEL APENDICE A**

Número de días que transcurrieron para alcanzar un 70% de germinación en alguna de las concentraciones (1) y rango de días en los que las demás concentraciones alcanzaron 70% de emergencia.

A1. Sales puras para cultivos de frijol

A2. Tipos de salinidad para cultivos de frijol

A3. Sales puras para cultivos de maíz

A4. Tipos de salinidad para cultivos de maíz

Días de emergencia en los cultivos de frijol y maíz para tratamientos con sales puras

A5. Cloruro de sodio (NaCl)

A6. Cloruro de calcio dihidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

A7. Cloruro de magnesio sextahidratado ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

A8. Sulfato de magnesio heptahidratado ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

A9. Sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

A10. Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Días de emergencia en los cultivos de frijol y maíz para tratamientos con mezclas de sales

A11. Salinidad clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.5

A12. Salinidad sulfático-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.0

A13. Salinidad sulfático-clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 1.5

A14. Salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.6

A15. Salinidad sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.15

Modelos para los días de emergencia según la conductividad eléctrica para soluciones con sales puras

A16. Cloruro de sodio (NaCl)

A17. Cloruro de calcio dihidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

A18. Cloruro de magnesio hexahidratado ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )

A19. Sulfato de magnesio heptahidratado ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

A20. Sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

A21. Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Modelos para los días de emergencia según la conductividad eléctrica para soluciones con tipos de salinidad

A22. Salinidad clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.5

A23. Salinidad sulfático-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.0

A24. Salinidad sulfático-clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 1.5

A25. Salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.6

A26. Salinidad sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.15



## **LISTA DE CUADROS DEL APENDICE B**

Longitud de raíz (cm) de doce cultivos (frijol y maíz) a los 17 días post-emergencia al haber sido expuestos a soluciones salinas de diferente concentración total

- B1. Cloruro de sodio (NaCl)
- B2. Cloruro de calcio dihidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- B3. Cloruro de magnesio sextahidratado ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )
- B4. Sulfato de magnesio heptahidratado ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )
- B5. Sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )
- B6. Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Longitud de raíz (cm) de doce cultivos (frijol y maíz) a los 14 días post-emergencia al haber sido expuestos a seis tratamientos con soluciones salinas de diferente concentración cualitativa

- B7. Salinidad clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.5
- B8. Salinidad sulfático-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.0
- B9. Salinidad sulfático-clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 1.5
- B10. Salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.6
- B11. Salinidad sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.15

Biomasa peso fresco en (g) de seis cultivos de frijol y seis cultivos de maíz a los 17 días post-emergencia al haber sido expuestos a seis tratamientos con soluciones salinas de diferente concentración total

- B12. Cloruro de sodio (NaCl)
- B13. Cloruro de calcio dihidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- B14. Cloruro de magnesio sextahidratado ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )
- B15. Sulfato de magnesio heptahidratado ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

**B16. Sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )**

**B17. Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )**

Biomasa peso fresco en (g) de seis cultivos de frijol y seis cultivos de maíz a los 14 días post-emergencia al haber sido expuestos a seis tratamientos con soluciones salinas de composición cualitativa

**B18. Salinidad clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.5**

**B19. Salinidad sulfático-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.0**

**B20. Salinidad sulfático-clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 1.5**

**B21. Salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.6**

**B22. Salinidad sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.15**

Biomasa peso seco en (g) de seis cultivos de frijol y seis cultivos de maíz a los 17 días post-emergencia al haber sido expuestos a seis tratamientos con soluciones salinas de diferente concentración total

**B23. Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )**

**B24. Cloruro de calcio dihidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )**

**B25. Cloruro de magnesio sextahidratado ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )**

**B26. Sulfato de magnesio heptahidratado ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )**

**B27. Sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )**

**B28. Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )**

Biomasa peso seco en (g) de seis cultivos de frijol y seis cultivos de maíz a los 14 días post-emergencia al haber sido expuestos a seis tratamientos con soluciones salinas de composición cualitativa

**B29. Salinidad clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.5**

**B30. Salinidad sulfático-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.0**

**B31. Salinidad sulfático-clorhídrica ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 1.5**

**B32. Salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.6**

**B33. Salinidad sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.15**

## I. INTRODUCCION

La salinidad constituye una de las causas más importantes que reducen el desarrollo y la producción de las plantas cultivadas.

En México existen aproximadamente cinco millones de hectáreas manejadas bajo condiciones de irrigación. En éstas áreas el 10% de los suelos tienen diferentes grados de salinidad. De las 500,000 ha afectadas por cantidades excesivas de sales solubles el 50% está localizado en la región Noroeste, el 16% en el Norte, el 15% en el Noreste, el 18% en el centro y el 1% en el Sureste. No obstante en algunas de estas áreas, el maíz es sembrado en un alto porcentaje, debido a su tradición ancestral y a la necesidad alimentaria de los agricultores del país.

Las sales solubles sólo se encuentran en proporciones significativas en suelos de zonas áridas y semiáridas en las cuáles se acumulan debido a que la precipitación anual es insuficiente para lixiviar las sales de los suelos.

Los aniones predominantes son bicarbonato, carbonato, sulfato y cloruro y entre los cationes se encuentran sodio, calcio, magnesio, y cantidades pequeñas de potasio. Esos iones, en los suelos, tienen ocurrencia en proporciones muy variables y según la proporción específica imparten al suelo diversas propiedades, algunas de las cuales son perjudiciales para el crecimiento de las plantas.

La salinidad del suelo encierra dos aspectos químicos:

- 1.- La composición cuantitativa que se refiere al contenido global de los niveles de sales solubles en la zona radicular.
- 2.- La composición cualitativa o química de la salinidad, que es una indicación del tipo de iones que predominan en la solución del suelo y de su proporción relativa en la misma.

De manera similar, la sodicidad del suelo tiene un componente cuantitativo, que se relaciona con la presencia excesiva de sodio y se expresa por lo general en términos del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y/o de la relación de adsorción de sodio.

El carácter cualitativo de la sodicidad alude al tipo de sales de sodio presentes en el suelo; si están presentes únicamente las sales de sodio de reacción neutra ( $\text{NaCl}$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) el pH de la solución del suelo suele ser menos de 8.3, y cuando además de estos compuestos, están presentes también las sales de sodio de reacción alcalina ( $\text{NaHCO}_3$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), el pH por lo general es mayor de 8.3.

La clasificación de suelos salinos más conocida, después de la publicación del Manual 60 por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos, es la que considera solamente los aspectos cuantitativos de la salinidad, como lo són: la conductividad eléctrica del extracto de saturación (CEes dS/m) y el porciento de sodio intercambiable (xNa).

Los suelos salinos de acuerdo con la predominancia de sales solubles se clasifican en: 1. suelos salinos ricos en nitratos, 2. suelos salinos clorhídricos, 3. suelos salinos sulfático-clorhídricos, 4. suelos salinos clorhídrico-sulfáticos, 5. suelos salinos sulfáticos, 6. suelos salinos sulfático-sódicos, 7. suelos salino sódicos y 8. suelos salinos ricos en boro.

En esta investigación sobre el efecto de la composición de las sales solubles sobre el proceso de la germinación de variedades criollas de dos especies de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), (*Phaseolus coccineus* L.) y maíz (*Zea mays* L.) se utilizaron mezclas de sales que toman en cuenta las relaciones aniónicas (tipos de salinidad), y las concentraciones totales que consideran los diferentes efectos de cada una de las sales presentes en los suelos.

## II. JUSTIFICACION

La importancia de los suelos salinos se encuentra en las limitaciones que ocasionan en el desarrollo de los cultivos afectando el crecimiento de las plantas. En general los estudios señalan que la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación, que en las últimas etapas de su desarrollo existiendo ciertas especies que son muy tolerantes a las sales solubles durante este período (Ramírez, 1988). Además la tolerancia de las plantas a las sales varía en función de las especies y variedades, tipo de suelo, clima y de las condiciones de manejo (Hurkman, 1992). En nuestro país, los estudios acerca de la tolerancia y resistencia de los vegetales a la salinidad son limitados y aún son menores en los cultivos de frijol y maíz. Por tales razones el presente trabajo tiene como finalidad analizar algunos de los efectos de las sales más comúnmente encontradas en los suelos salinos sobre seis variedades criollas de frijol y seis de maíz originarias de las localidades de San Luis Tecuatitlan del Municipio de Temascalapa, Sta. Ana Nextlalpan, San Andrés Xaltenco y Sta. Maria Tonanitla del Municipio de Nextlalpan, pertenecientes ambos Municipios al Estado de México.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido a las condiciones de clima que prevalecen en muy extensas regiones de México, así como al origen de los suelos agrícolas en dichas zonas, a su manejo y utilización en la producción de cosechas, a las fuentes y calidad de las aguas que se usan para riego y a otros factores que intervienen en sus propiedades físicas y químicas, se pueden originar condiciones de salinidad o de acumulación de sodio en exceso o ambas, que resultan en detrimento de la producción agrícola.

Sin embargo, el incremento en la demanda de alimentos ha propiciado la necesidad de desarrollar una producción agrícola que emane del uso y aprovechamiento de suelos improductivos por este problema.

En nuestro país el frijol y el maíz son cultivos de gran importancia ya que se practican tanto en zonas de riego como en zonas de temporal en muchas de las cuales los rendimientos dependen de las condiciones de salinidad en las que se desarrollan dichos cultivos. Por tal motivo es necesario precisar la respuesta al estrés causado por sales de las variedades criollas de estas especies vegetales bajo un intervalo de diferentes concentraciones salinas de composición total y cualitativa.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. GENERAL

Evaluar bajo condiciones de invernadero la capacidad de emergencia de las semillas criollas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), (*Phaseolus coccineus* L.) y maíz (*Zea mays* L), en distintas soluciones salinas de diferente concentración total equivalente y composición iónica.

### 4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la tolerancia específica del frijol y del maíz para cada tipo de salinidad presente en los suelos.
2. Establecer las relaciones funcionales, mediante modelos lineales, del tipo  $Y = B_1X$  entre los siguientes parámetros teóricos:  $ppm=f(CE)$ , y  $PO=f(CE)$  derivados de cálculo, y los parámetros reales derivados de mediciones experimentales.
3. Obtener funciones de predicción sobre los días necesarios de germinación en función de diferentes concentraciones equivalentes y tipos de salinidad, utilizando para este efecto modelos lineales del tipo:  $Y = B_0 + B_1X$ .

## V. HIPOTESIS

Cuando se tienen incrementos efectivos de la salinidad de un suelo, los diferentes cultivos presentan retardos en los días de germinación.

La composición cualitativa de las sales solubles, en concentraciones equivalentes, tienen un efecto diferencial en la germinación del frijol y del maíz criollos.

## VI. REVISION DE LA LITERATURA

### 6.1. GEOQUIMICA DE LOS SUELOS SALINOS.

Las sales solubles del suelo consisten principalmente en varias proporciones de los cationes sodio, calcio y magnesio, y de los aniones cloruro y sulfato; el catión potasio y los aniones bicarbonato, carbonato y nitrato, se encuentran generalmente en cantidades menores. La fuente original y en cierto modo la más directa de la cuál provienen las sales antes mencionadas, son los minerales primarios que se encuentran en los suelos y en las rocas expuestas de la corteza terrestre. Durante el proceso de intemperización química que comprende hidrólisis, hidratación, solución, oxidación y carbonatación, estos constituyentes gradualmente son liberados adquiriendo mayor solubilidad (Richards, 1993).

Los iones bicarbonatos se forman como consecuencia de la emanación de  $\text{CO}_2$  de las erupciones volcánicas y como resultado de la actividad biológica. La presencia relativa de carbonatos o bicarbonatos en una solución depende del pH.

Aunque la presencia de intemperismo de los minerales primarios es la fuente directa de cantidades de sales solubles, no existen ejemplos en los que las sales se hayan acumulado "*in situ*" para formar un suelo salino. Los suelos salinos generalmente se encuentran en áreas que reciben sales de otras localidades, siendo el agua el principal factor de acarreo.

Las aguas actúan como fuente de sales cuando se usan para riego y pueden también agregar sales al suelo bajo condiciones naturales, cuando inundan las tierras bajas o cuando el agua subterránea sube hasta muy cerca de la superficie.

El océano puede ser la fuente de sales en aquellos suelos en los que el material original está constituido por depósitos marinos que se asentaron durante períodos geológicos antiguos y que a partir de entonces han emergido. El océano es también la fuente de sales en los suelos bajos que se encuentran a lo largo de las costas.



En la geografía y geoquímica de los procesos de formación de los suelos salinos hay que mencionar los diferentes ciclos de acumulación de sales:

1. **CICLOS CONTINENTALES.** Estos están relacionados con el movimiento, redistribución y acumulación de sales: carbonatos y bicarbonatos, cloruros y sulfatos, en las cuencas interiores y sin drenaje de los continentes. El drenaje restringido es un factor que frecuentemente contribuye a la salinización de los suelos y que puede llevar consigo la presencia de una capa freática poco profunda o una baja permeabilidad del suelo.

2. **CICLOS LIMITROFES A LOS MARES.** Estos están relacionados con la acumulación de sales fundamentalmente de NaCl en las partes bajas del continente que limitan con el mar y en las orillas de pequeños golfos.

3. **CICLOS DELTAICOS.** Estos ciclos existen en gran cantidad y tienen una importancia para el hombre ya que desde tiempos muy antiguos los deltas de los ríos se utilizan en el riego. Estos ciclos se caracterizan por una conjugación de procesos que involucran el movimiento, distribución y acumulación de sales que son atraídas desde el continente por los ríos con un flujo de aguas freáticas y con sales que ingresan en diferentes tiempos de los mares.

4. **CICLOS ARTESIANOS.** Estos se deben a la evaporación de aguas subterráneas que surgen a la superficie a través de fallas tectónicas y estructuras destruidas. Por lo general estas aguas son ricas en  $\text{HCO}_3$  y  $\text{SiO}_2$ .

5. **CICLOS ANTROPOGENICOS.** Estos se deben a los errores del hombre en su actividad productiva originados por el desconocimiento de las leyes que rigen la acumulación de sales (Ortega, 1994).

Los procesos citados, están asociados con las condiciones climáticas, geomorfológicas, micromorfológicas, hidrogeológicas y biológicas de cada región (López, 1988)

La geoquímica de las sales en la corteza, está basada en la solubilización y extracción de iones de los minerales durante el proceso del intemperismo, con una posterior precipitación y acumulación en determinadas condiciones físico-geográficas. Kovda (1980), clasifica los elementos en cinco categorías de acuerdo con su capacidad de migración, como se ilustra en el siguiente cuadro.

**CUADRO 1.**

**CATEGORIA DE MIGRACION Y MOVILIDAD DE LOS ELEMENTOS LIBERADOS DE LOS MINERALES Y DE LA CORTEZA TERRESTRE.**

NUMERO	CATEGORIA	ELEMENTO
1	Prácticamente no movibles.	Si (cuarzo).
2	Débilmente movibles.	Fe, Al, Si.
3	Movibles.	Si, P, Mn.
4	Fácilmente movibles.	Ca, Na, K, Mg, Cu, Co, Zn.
5	Enérgicamente movibles.	Cl, Br, I, S, C.

Hutchinson, FAO UNESCO (1973).

Los elementos de la cuarta y quinta categoría son los constituyentes de las sales que salinizan los suelos: cloruro de sodio, sulfato de sodio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, sulfato de calcio, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio y carbonato de magnesio, se acumulan en las depresiones o son conducidas al mar.

En los suelos alcalinos, los bicarbonatos y carbonatos de los metales alcalinos pueden existir prácticamente en forma pura o en mezclas con cloruros y sulfatos. Por eso es necesario diferenciar suelos sódico-sulfáticos y suelos sódico-clorhídricos.

## 6.2. SALES SOLUBLES MAS IMPORTANTES EN SUELOS Y AGUAS DE LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS.

El grado de solubilidad de las sales es una propiedad importante que es necesario tener presente, ya que el efecto perjudicial sobre los cultivos es proporcional a su concentración, en general las sales son más dañinas cuanto más solubles son, en cambio las poco solubles se precipitan, antes de alcanzar niveles perjudiciales. También es importante el aspecto cualitativo, ya que las diferentes relaciones catiónicas y aniónicas en una solución influyen sobre los procesos que ocurren en los suelos; así por ejemplo, los cloruros y los carbonatos son diametralmente opuestos en sus efectos sobre los suelos.

Las sales más importantes en relación con los suelos salinos son:

**SALES DEL ACIDO CARBONICO.- CARBONATOS.** Las sales del ácido carbónico se encuentran ampliamente en los suelos y aguas freáticas de los desiertos, semidesiertos y estepas e inclusive estepas boscosas. El efecto de estas sales en grado considerable depende de su composición, cantidad de sales que se acumulan en los suelos, grado de solubilidad y toxicidad para las plantas así como también de su efecto en el régimen hídrico de las plantas.

**CARBONATO DE CALCIO.-** Es de muy baja solubilidad (0.013 g/l), ésta aumenta en presencia del ácido carbónico, gracias a la formación de bicarbonatos de calcio de acuerdo a la reacción;



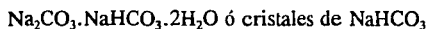
Debido a la baja solubilidad del carbonato de calcio este no es nocivo para la mayoría de las plantas.

**CARBONATO DE MAGNESIO.-** Se caracteriza por ser más soluble que el carbonato de calcio presentando una solubilidad de (0.85 g/l). En presencia de ácido carbónico, gracias a la formación de bicarbonatos de magnesio la solubilidad del

$MgCO_3$  aumenta fuertemente. Como el carbonato de magnesio es una sal formada por una base fuerte y un ácido débil, el carbonato de magnesio en el proceso de hidrolización le da a la solución valores de alta alcalinidad (hasta  $pH = 9.0-10.0$ ).

**CARBONATO DE SODIO.**- Es una sal del ácido carbónico y sodio ( $Na_2CO_3$ ). Se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza tanto en los suelos como en aguas freáticas, acumulándose en los suelos en cantidades considerables. El carbonato de sodio en los suelos se cristaliza con diferentes cantidades de agua presentándose en distintos grados de hidratación:  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ,  $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ . La soda  $Na_2CO_3$ , es un compuesto de alta solubilidad, (213 g/l a  $20^\circ C$ ), en cuya hidrolización provoca una alta alcalinización del medio originando un  $pH$  de 10 a 12. Por su alta alcalinidad y solubilidad, el carbonato de sodio es fuertemente tóxico para las plantas, su presencia en las soluciones del suelo genera la peptización de los coloides del suelo.

**BICARBONATO DE SODIO.**- Se caracteriza por una menor alcalinidad y toxicidad en comparación con el  $Na_2CO_3$ . Cuando la solución del suelo y/o las aguas freáticas contienen carbonatos y bicarbonatos de sodio, estas sales pueden precipitar como sales dobles a consecuencia de la evaporación del agua. De acuerdo con la siguiente reacción:



**SALES DEL ACIDO SULFURICO.- SULFATOS.** Se encuentran en diferentes cantidades en casi todos los suelos. En los suelos y aguas freáticas de las estepas y desiertos, los sulfatos a veces se acumulan considerablemente. El valor agronómico o de mejoramiento de los sulfatos cambia fuertemente en función del catión acompañante.

**SULFATO DE CALCIO.**- Conocido también como yeso, es una sal que desde el punto de vista fisiológico no es nociva para los vegetales, ya que su solubilidad es de (1.9 g/l).

**SULFATO DE MAGNESIO.**- Conocido también como epsomita  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , con frecuencia se encuentra en los suelos salinos, existiendo también en aguas freáticas, y lagos salinizados. Debido a su alta solubilidad (252 g/l) se caracteriza por su fuerte toxicidad y es una de las sales más nocivas para las plantas. Generalmente se presenta combinada con otras sales.

**SULFATO DE SODIO.**- Es una sal de suelos salinos, aguas freáticas salinas y lagos. Su solubilidad varía con la temperatura, su solubilidad máxima es de 430 g/l a 20°C, esto es importante en cuanto, a su lavado, ya que en épocas frías precipita y en las cálidas asciende por capilaridad hacia la superficie del suelo, haciendo que su comportamiento en los suelos sea muy complejo.

**SALES DEL ACIDO CLORHIDRICO.-CLORUROS;** Los cloruros junto con los sulfatos son los compuestos más importantes que provocan la formación de los suelos salinos. Los cloruros se caracterizan por su alta solubilidad ocasionando fuertes daños a las plantas.

**CLORURO DE MAGNESIO.**- Posee una solubilidad elevada (353 g/l), es una de las sales más nocivas para las plantas. En ocasiones se forma como consecuencia de la reacción entre soluciones que contienen cloruro de sodio (Pizarro, 1978).

**CLORURO DE SODIO.**- Junto con los sulfatos de sodio y de magnesio es una de las sales más presentes y constantes en los suelos salinos. La alta solubilidad del cloruro de sodio (318 g/l) condiciona su alta toxicidad para las plantas. Inclusive en contenidos de NaCl alrededor de 0.1% en los suelos las plantas se desarrollan anormalmente, muchos suelos salinos contienen 2.0-5.0% de NaCl.

**CLORURO DE POTASIO.**- En función de sus propiedades químicas esta sal en general presenta un comportamiento inverso al cloruro de sodio. Su frecuencia en los suelos no es muy grande, ya que las plantas y organismos consumen el potasio y por otro lado lo adsorben las arcillas. En contenidos grandes del cloruro de potasio en los suelos, su toxicidad es muy alta como la del cloruro de sodio.

Los suelos con altas concentraciones de sales, en general son improductivos desde el punto de vista agrícola, debido a que se generan altas presiones osmóticas que limitan la absorción de agua por las plantas, lo que origina un desequilibrio en el balance nutrimental, además de propiciar el desarrollo de la sequía fisiológica. Los efectos de las sales sobre las plantas varían con el tipo de cultivo, concentración y composición cualitativa de las sales existentes en las soluciones de los suelos.

### 6.3. EFECTO DE LAS SALES SOLUBLES SOBRE LAS PLANTAS

#### 6.3.1. EFECTO DE LA SALINIDAD DURANTE LA GERMINACION.

Existe un gran número de factores que prevalecen en el suelo salino y que condicionan el desarrollo de un cultivo.

La salinidad del suelo puede afectar la germinación de las semillas de dos formas:

- (a). Por reducir la absorción de agua y por consiguiente disminuir la velocidad de absorción de la misma.
- (b). Por facilitar la entrada de iones en cantidades tales que pueden ser tóxicas.

En general, la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación, como la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.), que en las últimas etapas de su desarrollo (Ayers, 1951; Carter, 1975), existiendo ciertas especies como el sorgo (*Sorghum bicolor* L.) y la calabaza (*Curcubita pepo* L.) que son muy tolerantes a las sales solubles durante este período (Francois, 1985; Fowler *et al.* 1988).

El tipo de salinidad puede tener diferentes efectos sobre la germinación. Investigaciones hechas en algodón demuestran que los cloruros resultaron ser más inhibidores de la germinación, crecimiento y desarrollo que los sulfatos (Strogonov, 1964).

Un incremento efectivo de la salinidad del suelo para un cultivo dado, generalmente provoca un retardo de la germinación y niveles altos agravan el retraso en la emergencia, con la subsecuente disminución del porcentaje final de la germinación (Bernstein, 1958).

La sensibilidad de las plantas a la salinidad varía a menudo de una etapa de crecimiento a otra (Maas y Hoffman, 1977). Por ejemplo; la cebada, el trigo el maíz y el arroz son más sensibles durante la emergencia y formación de grano que durante otras etapas de su desarrollo fenológico.

Strogonov (1964) menciona que las plantas son más sensitivas a la sal durante los estados iniciales de su desarrollo y durante la floración que en otras fases de su desarrollo.

Los resultados de varios experimentos sobre el efecto de la salinidad en la germinación reportados por Strogonov (1964) indican que los bicarbonatos son mucho más tóxicos que los cloruros y sulfatos, y el efecto de estos últimos son expresados distintamente, dependiendo de la tolerancia de las especies y variedades. Norlyn y Epstein (1984), observaron que el porcentaje de germinación en cuatro líneas de triticale en soluciones de 200 mM de NaCl vario de 88.4 a 13.7, sugiere que estas diferencias en la germinación podrían ser usadas como criterio de selección en programas de tolerancia a sales.

Por su parte, Abel y Mackenzie (1964), observaron diferencias en las tasas y en el porcentaje de emergencia de seis variedades de soya en un rango de 3.1 a 13.7 dS.m<sup>-1</sup>. Sin embargo no encontraron relación entre tolerancia a sales de una variedad durante la germinación y en etapas posteriores del desarrollo.

Pearson *et al* (1966), observaron germinación en 14 variedades de arroz en concentraciones salinas tan altas como 30 a 40 dS.m<sup>-1</sup>, en cambio el peso de plántulas fue reducido en 50% a una conductividad eléctrica promedio de 6.4 dS.m<sup>-1</sup>.

Ramírez (1988), trabajando con una variedad de frijol a diferentes concentraciones de sales a nivel germinativo (hasta la emergencia de la radícula) encontró que el porcentaje de germinación era disminuido hasta en un 40% en soluciones de hasta 9 dS.m<sup>-1</sup>, demostrando con esto que el frijol puede emerger en soluciones salinas.

Prisco and O'leary (1970), trabajando con la variedad de frijol "red Kidney" encontró que el efecto del NaCl en la germinación y posterior desarrollo de las plántulas fué principalmente osmótico y tóxico, causando inhibición en el crecimiento de la raíz. Esta inhibición fue estadísticamente significativa cuando la presión del agua en el sustrato era de -4 bares o menos. Considera que la emergencia de la radícula no es un buen criterio para la germinación de las semillas en soluciones salinas, ya que la mayoría de ellas no llegaron a desarrollarse.

Kent and Lauchli (1985), encontraron que el NaCl retarda y reduce la germinación de las semillas de algodónero, la adición de Ca no mejora la germinación pero en gran parte compensó la reducción del crecimiento causada por la sal.

Allen *et al* (1985), trabajando con alfalfa (*Medicago sativa* L.), encontró que después de cinco ciclos de selección masal para tolerancia al NaCl durante la germinación, el potencial osmótico de la solución necesaria para producir 1% de germinación disminuyó de -1.40 a -2.45 MPa durante los cinco ciclos. La germinación a -1.30 MPa se incremento de 3% a 86%. La tolerancia a la salinidad es heredable pero el mecanismo se desconoce.

Los experimentos de germinación revelan que niveles moderados de sales en el suelo generalmente retardan la germinación sin afectar el porcentaje de la misma, pero concentraciones elevadas retardan la germinación y además afectan notablemente el porcentaje de emergencia, dependiendo del cultivo y del tipo de sal presente.

Los efectos de las sales sobre las plantas varían con el tipo de cultivo, concentración y composición cualitativa de las sales existentes en las soluciones de los suelos.



Escobar *et al.*, (1994), trabajando con maíz y frijol encontraron que existe heredabilidad en la tolerancia a la salinidad en estos cultivos pues las variedades criollas cosechadas durante varios ciclos en suelos con problemas de salinidad respondieron mejor que las variedades procedentes de terrenos no salinos.

La salinidad afecta el crecimiento de las plantas en tres formas diferentes:

- a).- Efectos osmóticos.
- b).- Efectos tóxicos de iones específicos.
- c).- Desbalances nutrimentales y cambios en la anatomía de la planta.

### 6.3.2. EFECTOS OSMOSTICOS

La disminución del crecimiento de los cultivos en condiciones de alta presión osmótica en la solución del suelo, generalmente se atribuye a un abatimiento de la disponibilidad de la humedad del suelo, y por consiguiente a un mayor gasto de energía por parte de la planta para obtener agua del suelo para conservar la turgencia de sus células (Greenway, 1973).

En lo que concierne a plantas extremadamente sensibles a la sal, el efecto osmótico de la sal es el principal factor que limita su crecimiento. Como en la fresa y la cebolla que fueron incapaces de ajustarse osmóticamente a la salinidad de  $\text{Cl}^-$ , mientras que las hojas de frijol y algodón sí (Gale *et al.*, 1967).

Plantas de frijol mostraron un retraso en el ajuste osmótico, debido a una rápida caída en el potencial de agua y turgor de la hoja, seguido por un lento aumento en la concentración de la savia. El aumento en la concentración fue posiblemente debido a sustancias inorgánicas y orgánicas; las primeras de mayor importancia principalmente por la acumulación de cloruros o de sulfatos de sodio. A medida que la concentración de la savia de la célula aumento, la presión de turgor fue gradualmente restaurada (Puscas, 1966).

Debido a que la membrana celular es libremente permeable al agua, no es posible para las células que crecen en un medio acuoso evitar la presión osmótica de la solución que los rodea. Su primer respuesta es una pérdida de turgencia y si ésta es bastante severa se afecta su desarrollo. La presión osmótica es un tipo de presión de déficit de agua (Kramer *et al.*, 1977).

### 6.3.3. EFECTOS TOXICOS DE IONES ESPECIFICOS

Los iones tóxicos son aquellos que afectan el crecimiento de los cultivos, aun cuando se encuentran en concentraciones pequeñas y ejercen su influencia independientemente de los efectos debido a las altas concentraciones de sales solubles. Un primer signo de toxicidad de las sales en la planta, se manifiesta como blanqueado de la clorofila o como manchas café en las hojas. Altas concentraciones de  $\text{Cl}^-$  en las hojas expandidas de ciertas especies, son asociadas con clorosis o muerte (Greenway y Munns, 1980).

Strogonov (1964), indica que el efecto tóxico de las sales es debido aparentemente a aniones más bien que a cationes. A iguales concentraciones de  $\text{NaCl}$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , los cloruros fueron mucho más tóxicos y los síntomas de toxicidad de  $\text{NaCl}$  aparecen muy rápido y son mucho más notorios que los que resultan con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Se menciona que hay una toxicidad de fósforo que es inducida por  $\text{NaCl}$  en algunas especies como maíz y ajonjolí y aún en ciertas variedades dentro de especies. Las plantas abastecidas diariamente con cantidades mínimas de fosfato tienen la misma reducción en su desarrollo debido a la frecuencia de  $\text{NaCl}$  o a concentraciones altas de fosfato (Munns y Termaat, 1986).

Azaizeh *et al.*, (1992) trabajando con plantas de maíz, mencionan que el  $\text{NaCl}$  tiene efectos adversos sobre los parámetros: transporte de agua de las células de la raíz, conductividad hidráulica y coeficiente de reflexión. Mientras que el  $\text{CaCl}_2$ , extraadicionado puede en parte compensar estos efectos. Los datos sugieren un

considerable flujo apoplásmico de agua en el córtex de la raíz y el oportuno flujo célula a célula.

Cramer (1992), trabajando con NaCl encontró que esta sal causa reducción de la extensibilidad, conductancia hidráulica y de la elongación y turgencia de la hoja. Estos cambios fueron atenuados por la aplicación de Ca al medio. Azaizeh *et al.*, (1991), mencionan que en maíz, el transporte de agua a través de células de la raíz se ve afectado adversamente cuando son expuestas al NaCl. Al adicionar Ca al medio se compensa este efecto.

Ríos *et al.*, (1994) encontraron que la germinación de maíz y frijol se ve inhibida cuando absorben grandes cantidades de iones, esto quedó demostrado cuando las semillas germinaron después de haber sido lavadas con agua destilada.

#### 6.3.4. DESBALANCES NUTRIMENTALES Y CAMBIOS EN LA ANATOMÍA DE LAS PLANTAS

La salinidad en el suelo crea condiciones desfavorables para el crecimiento de las plantas; ocasiona varios efectos sobre el metabolismo e induce cambios en su anatomía y morfología (Strogonov, 1964; Poljakoff-Mayber, 1975).

La salinidad algunas veces interfiere con la capacidad nutrimental normal de la planta. Altas concentraciones de iones de calcio en la solución del suelo pueden impedir que la planta absorba potasio, o altas concentraciones de otros iones pueden afectar la absorción de calcio. Los diferentes cultivos varían notablemente en sus requerimientos de un nutrimento dado y en su habilidad para absorberlo. Por lo que los efectos nutrimentales de la salinidad aparecen sólo en ciertos cultivos y bajo condiciones salinas particulares (Bernstein y Hayword, 1970).

Desde el punto de vista nutrimental el transporte de  $K^+$  bajo condiciones anóxicas se ve inhibido en presencia de NaCl (Drew *et al.*, 1988), sin embargo Hajibagheri *et al.*, (1989) al trabajar con una variedad resistente de maíz, concluyeron que la

resistencia estuvo asociada con altas concentraciones citoplásmicas y flujos de  $K^+$  en el plasmalema y bajos flujos y concentraciones citoplásmicas de  $Na$  o  $Cl$ .

La disminución del crecimiento de las plantas en los suelos ensalitrados ha sido atribuida a varios factores; uno de los cuales es la indisponibilidad de macro y micronutrientes. Los incrementos en la salinidad disminuyeron los contenidos de P, K, Ca, Cu, y Fe, y aumentaron los de Mg, Mn, y Na en las plantas de cebada y maíz (Gupta, 1977). Hassan *et al.*, (1970) encontraron en maíz una correlación negativa entre la salinidad del suelo y la absorción de P, K, Ca, Fe, y Mn y positiva para el sodio.

Levitt (1972), indica que el límite de sobrevivencia de plantas creciendo en condiciones salinas puede ser definido por una inhibición del crecimiento, por muerte local de los tejidos en forma de necrosis y quemaduras marginales, seguido por una pérdida de turgencia, caída de hojas y finalmente la muerte de la planta.

Las glicófitas sensibles a la sal tales como el frijol carecen de capacidad para aligerar la presión salina. Estudios sobre el efecto de la salinidad ( $NaCl$ ) en frijol indican que el crecimiento de la planta (Wilson *et al.*, 1992), área foliar y conductancia estomatal (Seeman and Critchley, 1985) fueron fuertemente reducidos por la salinidad. Se redujo la actividad fotosintética al reducirse la conductancia estomatal a medida que la salinidad se incrementó (Kriedemann, 1986; Brugnoti and Lauteri, 1991).

Por último, al considerar lo que se ha señalado sobre el origen de los suelos salinos y la conformación de estos suelos de acuerdo a los tipos de sales solubles que circunstancialmente estos suelos pueden tener, aquí en esta investigación, se estudió la respuesta del frijol y del maíz criollos a condiciones de salinidad cualitativa en la que se estudian sales únicas y mezclas de sales. El estudio de las sales únicas sobre la germinación del frijol y del maíz es de gran utilidad ya que en condiciones de ascensión capilar y evaporación de la superficie de los suelos, por lo general, las sales solubles de un suelo se diferencian de acuerdo a su producto de solubilidad, es así de tal manera que en condiciones de ascensión capilar una determinada sal

predomina sobre todas las demás. En cambio el estudio de las mezclas de sales sobre la germinación del frijol y del maíz permite conocer cual es la respuesta de los cultivos a la salinidad cualitativa. Los tipos de salinidad estan relacionadas con los diferentes procesos de carácter geológico y fisicoquímico que dieron origen a las diferentes acumulaciones salinas.

## **VII. LOCALIZACION DEL AREA DE RECOLECTA**

### **7.1.- MEDIO FISICO Y GEOGRAFICO DEL MUNICIPIO DE TEMASCALAPA**

#### **7.1.1. Extensión y límites municipales.**

El Municipio de Temascalapa se ubica dentro de la región III Texcoco del Estado de México, en una extensión territorial de 168.26 Km<sup>2</sup>. Sus coordenadas son: latitud norte 19°43'35" y 98°57'04" longitud oeste. Su altitud promedio es de 2,300 m.s.n.m.

Limita por el lado norte con el municipio de Tolcayuca, estado de Hidalgo y el municipio de Villa de Tezontepec; al sur con el municipio de San Martín de las Pirámides y con el municipio de Teotihuacan; al oriente, con el municipio de Axapusco, y al poniente con el municipio de Tizayuca, Hidalgo, y el municipio de Tecámac (ver mapa).

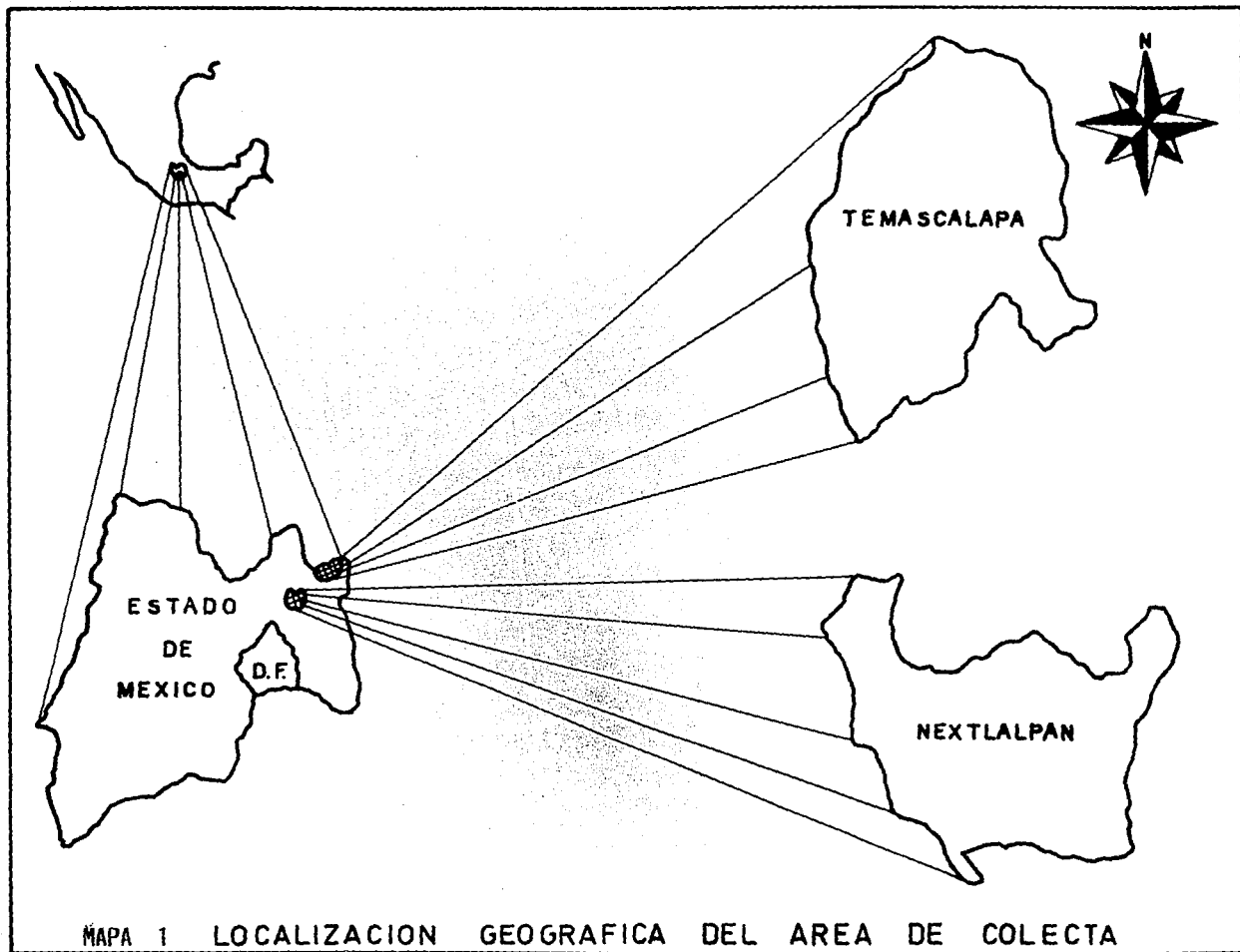
#### **7.1.2.- División política municipal**

Temascalapa se compone de una cabecera Municipal, y las localidades de Presa del Rey, Ixtlahuaca de Cuauhtemoc, San Juan Bautista, Teacalco, San Bartolo Actopan, San Cristobal Culhuacán, San Mateo Teopaucala, San Miguel Atlamajac, Sta. Ana Tlachiahualpa, Sta. María Maquizco el Alto y San Luis Tecuatitlan.

#### **7.1.3.- Orografía, hidrología y clima**

##### **7.1.3.1.- Relieve y sistema orográfico.**

En el municipio se definen tres tipos de relieve, encontrándose en la parte norte, una llanura amplia llamada Llanos de Pachuca, por otro lado también se presentan pequeños cerros rodeando a la cabecera municipal, como: el Cerro Gordo que tiene una altura de 3050 m.s.n.m. además existe una serie de pequeños lomeríos.



MAPA 1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE COLECTA

### 7.1.3.2.- Principales aspectos hidrológicos

El municipio no tiene ríos de corriente permanente, sin embargo existen algunos arroyos, los cuales se forman en las barrancas tales como: Tecuallitloco, Tepuazquiaco, La Lobera y El Capulín; los cuales nacen en el Cerro Gordo, además también tiene el arroyo de La Soledad. La obtención de agua potable en el municipio se realiza a través de la perforación de pozos profundos.

### 7.1.3.3.- Tipos de clima y sus características

Temascalapa tiene un clima semiseco-templado con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 500 a 600 mm, la temperatura media oscila entre los 14 y los 18°C, se llegan a presentar con frecuencia heladas de 10 a 100 días aunque en promedio duran de 40 a 60 días.

Los vientos dominantes provienen del norte con una velocidad de 3 a 8 Km/hora.

## 7.2.- RECURSOS NATURALES Y USO DEL SUELO

### 7.2.1.- Uso actual de los recursos naturales

Las actividades productivas (cuadro No. 2) en el municipio de Temascalapa, dan al suelo los usos que a continuación se describen:

**Uso Agrícola.-** De acuerdo al cuadro anterior el suelo destinado a éste uso ocupa el primer lugar con el 77.34% de la superficie del municipio; son tierras de temporal en donde los principales cultivos son el maíz, cebada, frijol, nopal, maguey y trigo, y se ubican en las zonas planas y semiplanas del municipio.

**Uso Pecuario.-** Este uso ocupa una superficie de 832.70 Ha., éstas se encuentra sobre los lomeríos del municipio y solamente se utiliza para la crianza del ganado de la zona, es decir, de autoconsumo. Las especies existentes son bovino, ovino,



caprino, caballar, asnal y mular y de todos éstos el ovino es el más representativo en su reproducción.

Cuadro No. 2

USO	SUPERFICIE (ha)	PARTICIPACION RELATIVA (%).
Agrícola	13,093.7	77.34
Pecuario	832.7	4.95
Forestal	1,367.4	8.13
Urbano	803.5	5.27
Erosionado	318.2	1.89
Cuerpos de agua	30.3	0.18
Otros usos	376.8	2.24
TOTAL	16,822.6	100.00

Uso Forestal.- Este uso ocupa el segundo lugar con un 8.13%, (1367.40 Ha.) ubicado principalmente en las laderas de los cerros del municipio, éstas áreas son las aptas para la explotación forestal y las principales especies son el oyamel, cedro y abeto.

Uso Urbano.- El área urbana ocupa una extensión de 806.5 Ha. dividido en once jurisdicciones incluyendo a la cabecera municipal. el principal problema de este uso radica en el establecimiento de asentamientos irregulares dentro de ejidos y por lo tanto carantes de servicios.

Suelo erosionado.- El crecimiento de las zonas erosionadas es debido a la falta de elementos de protección en las zonas agrícolas y sólo 318.2 Ha. de las 16,000 Ha. totales del municipio se consideran como erosionadas; sin embargo, en la actualidad cerca de 4,000 Ha. se hallan en inminente peligro de perder su capa productiva.

**Cabe mencionar la existencia de su cementerio de residuos nucleares. Ubicado en la localidad de Maquisco El Alto.**

**Cuerpos de Agua.-** Los cuerpos de agua son estacionales y son producto de los escurrimientos de los ríos intermitentes de la localidad y Cerro Gordo que son los más importantes, se depositan estas aguas en los jagüeyes existentes, por lo regular en cada población y en los bordos Del Capulín y Tezontepequillo.

**Otros Usos.-** Estos comprenden 376.8 Ha. del área total y sólo se limita al uso de infraestructura vial y vía del ferrocarril México-Pachuca. Asimismo, la explotación de recursos minerales a baja escala para la elaboración de block y tabicón; así como para obras de beneficio colectivo y local.

#### **7.2.2.- Uso potencial de los recursos naturales.**

El municipio no cuenta con recursos minerales, con excepción de algunos lomeríos de origen volcánico que contienen arenillas y grava de tezontle. Tampoco existen recursos forestales de consideración.

La agricultura constituye el pilar económico de la zona en la cual sólo el 1.8% es beneficiada por el riego; sin embargo casi el total es consumido en las localidades del municipio, el nopal y la tuna así como algunos excedentes como la cebada, son los únicos que se venden. Para elevar la productividad de la zona, es deseable que se implementen programas y gestiones que faciliten el acceso a sistemas de riego mecanización agrícola (Alvarado *et al.*, 1991-1993).

### **7.3. MEDIO FISICO Y GEOGRAFICO DEL MUNICIPIO DE NEXTLALPAN**

#### **7.3.1.- LOCALIZACION.**

Se ubica en la parte centro norte del Edo. de México. Tiene una superficie de 42.49 kilómetros cuadrados (ver mapa No. 1).

Límite al norte con Zumpango y Jaltenco, al este con Tecámac, al oeste con Melchor Ocampo y Tultepec, al este con Tecámac y Jaltenco. Se compone de ocho localidades, siendo las principales: Santa Ana Nextlalpan, San Miguel Xaltocan, Barrio Santiago Atocan y Barrio Miltenco. Su posición geográfica es a los 19°44'35" latitud norte y a los 99°04'24" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

### 7.3.2. HIDROGRAFIA

Cruzan la jurisdicción municipal dos importantes vías de agua, una de ellas es el gran canal del desague del Valle de México, el cual corre de sureste a noreste en una extensión de casi diez kilómetros dentro de la misma; conduce aguas negras procedentes de la ciudad de México, D.F., y de la zona conurbana perteneciente al Estado de México. La segunda es el canal de Castera, corre de poniente a oriente y conduce tanto aguas pluviales como negras, procedentes de los municipios de Tlalnepantla, Cuautitlán y otros; recorre aproximadamente seis kilómetros dentro de la jurisdicción de Nextlalpan.

### 7.3.3. CLIMA.

Es templado semiseco con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 14.6°C., con una máxima de 32°C, y una mínima de 8°C. La precipitación pluvial anual es de 603.9 milímetros, registrándose heladas en los meses de noviembre a marzo

### 7.3.4. OROGRAFIA

Se encuentra una parte del Cerro de Tenopalco, en donde existen bastantes elevaciones de arena, siendo la más notable la que se conoce como La Montaña, ubicada al sur del rancho de Palo Grande. Entre los barrios de Atocan y Atenanco, se halla una depresión de unos 400 metros de diámetro llamado Tlacomulco, que en náhuatl significa "En el hoyo grande".

### 7.3.5. CLASIFICACION Y USO DEL SUELO

El terreno está formado por sedimentos de las montañas circundantes y transportados por aguas de escurrimiento, también por cenizas volcánicas, que arrastran las corrientes de aguas y lodos volcánicos. El suelo es propicio para la agricultura. De la superficie total de 4,249.25 hectáreas, 3,279.07 se destinan a la agricultura, 2,034.16 son de temporal y 1,244.91 de riego. El área forestal ocupa 301.38 hectáreas y la zona urbana 210.32 hectáreas. En cuanto a la tenencia de la tierra, las propiedades más importantes son la pequeña y ejidal, le sigue la comunal.

### 7.3.6. FLORA Y FAUNA

La flora se conforma fundamentalmente por hierbas medicinales como alfilerillo, tabaquillo, peshtó, epazote de zorrillo, valeriana, gordolobo, achicoria, pata de león y otras. En árboles, abundan el pirúl, alcanfor, fresno, mezquita, mimosa, ciprés, tepozán, jacaranda, cedro y huizache.

La fauna se compone de conejo, liebre, zorrillo, cacomixtle, ardilla, onza, tlacuache, rata, ratón, tuza, gavilán, águila, tecolote, entre otras especies. (INCA-RURAL, 1992).

## VIII. MATERIALES Y METODOS

### 8.1. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL:

Esta investigación se realizó en la estación lisimétrica y en el laboratorio de análisis de agua-suelo-planta del Centro de Hidrociencias del Colegio de Postgraduados, Montecillo Edo. de México.

La localización geográfica de la estación lisimétrica es: Latitud 19° 31' Norte, Longitud 98°53' Este, a una altitud de 2247 msnm, temperatura media anual de 15°C, precipitación promedio anual de 626 mm, evaporación media anual de 1491 mm y una humedad relativa de 67.7 %.

### 8.2. MATERIALES:

En este trabajo se utilizaron seis variedades criollas de frijol y seis de maíz, tres variedades de cada uno de los cultivos se desarrollan en ambientes salinos y las otras tres en ambientes no salinos.

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero, en el que se utilizó como unidad experimental una maceta de 1 Kg (Fig No. 1), utilizando agrolita como sustrato y diferentes soluciones salinas.

A continuación se enlistan los principales materiales y aparatos utilizados para desarrollar la investigación.

a).- Semillas criollas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus coccineus* L.):

Variedades sembradas en sitios no salinos:

(FNB)....Frijol negro bola de San Luis Tecuatitlan\*

(FEA).....Frijol enredador amarillo de San Luis Tecuatitlan\*

(FA).....Frijol ayocote de San Luis Tecuatitlan\*\*

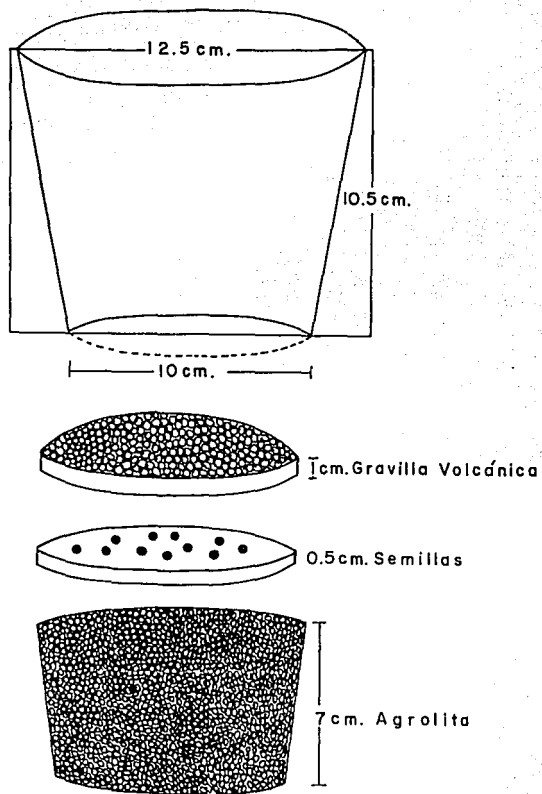


Fig. No.1 Representación esquemática de la unidad experimental.

Variedades sembradas en sitios salinos:

(FB).....Frijol Bayo de Sta. Ana Nextlalpan\*

(FN).....Frijol negro de Sta. Ana Nextlalpan\*

(FAL).....Frijol aluvia chico de San Andrés Xaltenco\*

b).- Semillas criollas de maíz (*Zea mays* L.):

Variedades sembradas en sitios no salinos:

(MCH)...Maíz chitocle de San Luis Tecuatitlan.

(MA).....Maíz amarillo de San Luis Tecuatitlan.

(MM).....Maíz morado de San Luis Tecuatitlan.

Variedades sembradas en sitios salinos:

(MP).....Maíz pinto de Sta. Ana Nextlalpan.

(MMT)...Maíz morado de Tonanitla.

(MB).....Maíz blanco de Tonanitla.

c).- Sales puras y mezclas.

1.- Sales puras:

NaCl	Cloruro de sodio
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	Cloruro de calcio dihidratado
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	Cloruro de magnesio Hexahidratado
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Sulfato de magnesio heptahidratado
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de sodio anhidro
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de sodio

## 2).- Mezclas

Salinidad clorhídrica

Salinidad sulfático-clorhídrica

Salinidad clorhídrico-sulfática

Salinidad Sulfática.

Salinidad sulfático-sódica

- d).- Reactivos químicos marca Merck: NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
- e).- Macetas acondicionadas para el bioensayo de germinación de semillas.
- f).- Sustrato a base de agrolita y gravilla volcánica.
- g).- Mesas para colocación de macetas.
- h).- Invernadero con estructura de tubo de fierro galvanizada y cubierta de polietileno.

## 3.- Aparatos:

- a).- Osmómetro modelo 5100 C marca WESCOR.
- b).- Conductímetro o puente de Wheatstone.
- c).- Potenciómetro marca BECKMAN.
- d).- Termómetro con escala para temperaturas máximas y mínimas.

## 8.3.- METODOS.

### 8.3.1.- SELECCION DE LOS TRATAMIENTOS.

Para lograr los objetivos planteados, se realizó un recorrido por el Valle de México para recolectar las especies criollas de maíz y frijol cultivadas en las localidades de San Luis Tecuatitlan, Sta. Ana. Nextlalpan, San Andrés Xaltenco y Tonanitla Estado de México (ver mapa No. 1).



Las semillas fueron expuestas a diferentes concentraciones de salinidad durante el periodo de la germinación. Observando las gráficas de evaluación a la tolerancia a la salinidad de Mass y Hoffman ( 1977 ) para frijol y maíz se proponen en este trabajo seis niveles de salinidad, los cuales provocan un descenso teórico en la producción del orden de: 0% (T<sub>1</sub>), 50 % (T<sub>2</sub>), 75% (T<sub>3</sub>), y 100% (T<sub>4</sub>), incluyendo dos extremos:(T<sub>5</sub>), igual a 1.5 veces la salinidad que provoca un descenso en la producción del 100 % y un testigo (T<sub>0</sub>) con agua destilada.

### 8.3.2.- PREPARACION DE LOS TRATAMIENTOS

Formas de cálculo para preparar las soluciones salinas de diferente concentración de sales puras y mezclas de sales (tipos de salinidad).

Para preparar los tratamientos, se utilizaron los gráficos de evaluación de la tolerancia de los cultivos a las sales propuestas por Mass y Hoffman los cuales muestran los valores de la conductividad eléctrica del extracto de saturación que provoca una disminución en los rendimientos de los cultivos. Los tratamientos corresponden a las concentraciones siguientes:

T<sub>0</sub> = C1 - tratamiento con agua destilada 0%.(testigo).

T<sub>1</sub> = C2 - descenso en la producción de los cultivos 0%.

T<sub>2</sub> = C3 - descenso en la producción de los cultivos 50%.

T<sub>3</sub> = C4 - descenso en la producción de los cultivos 75%.

T<sub>4</sub> = C5 - descenso en la producción de los cultivos 100%.

T<sub>5</sub> = C6 - descenso en la producción de los cultivos 150%

#### 8.3.2.1.- Tratamientos con sales puras:

La cantidad de solutos requerida para preparar las soluciones de los diferentes tratamientos con sales puras se obtuvo con las fórmulas siguientes:

$$\text{ppm} = 640 (\text{CE} \times 10^3)$$

donde:

ppm - es la concentración de sales en solución, en partes por millón.

(CE x 10<sup>3</sup>) - es la conductividad eléctrica del extracto de saturación, en milimhos.cm<sup>-1</sup> o decisiemens.m<sup>-1</sup> en 25°C.

$$\text{meq.l}^{-1} = 10 (\text{CE} \times 10^3)$$

donde:

meq.l<sup>-1</sup> - es la concentración de sales en solución, en miliequivalentes por litro.

(CE x 10<sup>3</sup>) - ya fue definida.

En los cuadros No. 3 al 14 se presentan los valores de la conductividad eléctrica y la concentración salina de cada tratamiento para los cultivos de frijol y maíz. Estos valores son los mismos para las seis sales en estado anhidro.

De las seis sales utilizadas, sólo el cloruro de sodio NaCl, el sulfato de sodio Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y el carbonato de sodio Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> estaban en estado anhidro, por lo tanto si se aplica el criterio de que un equivalente de una sustancia química (A) reacciona con un equivalente de otra sustancia química (B), los valores de las concentraciones de las sales anhidras se transformaron en concentraciones equivalentes de sales hidratadas.

#### 8.3.2.2.- Tratamientos con mezclas de sales:

En el caso de las mezclas de sales, se utilizó la metodología propuesta por la Ex-URSS, publicada en el Manual de Análisis Químico de Arinuskina (1970), para determinar la proporción de los solutos.

**VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION DE LAS SALES PURAS PARA LAS SEMILLAS DE FRIJOL.**

**CUADRO No. 3**

**CLORURO DE SODIO (NaCl)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.0	0.5844
C3	50	3.60	2.304	36.0	2.1038
C4	75	5.00	3.200	50.0	2.9220
C5	100	6.30	4.032	63.0	3.6817
C6	150	9.50	6.080	95.0	5.5518

**CUADRO No. 4**

**CLORURO DE CALCIO DIHIDRATADO (CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.0	0.7349
C3	50	3.60	2.304	36.0	2.6457
C4	75	5.00	3.200	50.0	3.6745
C5	100	6.30	4.032	63.0	4.6298
C6	150	9.50	6.080	95.0	6.9815

**VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION DE LAS SALES PURAS PARA LAS SEMILLAS DE FRIJOL.**

**CUADRO No. 5**

**CLORURO DE MAGNESIO SEXTAHIDRATADO ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.0	0.0160
C3	50	3.60	2.304	36.0	3.6576
C4	75	5.00	3.200	50.0	5.0800
C5	100	6.30	4.032	63.0	6.4008
C6	150	9.50	6.080	95.0	9.6520

**CUADRO No. 6**

**SULFATO DE MAGNESIO HEPTAHIDRATADO ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.0	1.2323
C3	50	3.60	2.304	36.0	4.4362
C4	75	5.00	3.200	50.0	6.1615
C5	100	6.30	4.032	63.0	7.7634
C6	150	9.50	6.080	95.0	11.7060

**VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION DE LAS SALES PURAS PARA LAS SEMILLAS DE FRIJOL.**

**CUADRO No. 7**

**SULFATO DE SODIO ANHIDRO (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.0	0.7102
C3	50	3.60	2.304	36.0	2.5567
C4	75	5.00	3.200	50.0	3.5510
C5	100	6.30	4.032	63.0	4.4742
C6	150	9.50	6.080	95.0	6.7469

**CUADRO No. 8**

**CARBONATO DE SODIO (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.0	0.5299
C3	50	3.60	2.304	36.0	1.9078
C4	75	5.00	3.200	50.0	2.6492
C5	100	6.30	4.032	63.0	3.3386
C6	150	9.50	6.080	95.0	5.0344

**VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION DE LAS SALES PURAS PARA LAS SEMILLAS DE MAIZ.**

**CUADRO No. 9**

**CLORURO DE SODIO (NaCl)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.0	0.0	0.0	0.0000
C2	0	2.0	1.28	20.0	1.1688
C3	50	6.0	3.84	60.0	3.5064
C4	75	8.0	5.12	80.0	4.6752
C5	100	10.0	6.40	100.0	5.8440
C6	150	15.0	9.60	150.0	8.7660

**CUADRO No. 10**

**CLORURO DE CALCIO DIHIDRATADO (CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.0	0.00	0.0	0.0000
C2	0	2.0	1.28	20.0	1.4701
C3	50	6.0	3.84	60.0	4.4104
C4	75	8.0	5.1252	80.0	5.8806
C5	100	10.0	6.40	100.0	7.3508
C6	150	15.0	9.600	150.0	11.0262

**VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION DE LAS SALES PURAS PARA LAS SEMILLAS DE MAIZ.**

**CUADRO No. 11**

**CLORURO DE MAGNESIO SEXTAHIDRATADO ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	2.00	1.280	20.0	2.0330
C3	50	6.00	3.840	60.0	6.0990
C4	75	8.00	5.120	80.0	8.1320
C5	100	10.0	6.400	100.0	10.1651
C6	150	15.0	9.600	150.0	15.2476

**CUADRO No. 12**

**SULFATO DE MAGNESIO HEPTAHIDRATADO ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	2.00	1.280	20.0	2.4642
C3	50	6.60	3.840	60.0	7.3938
C4	75	8.00	5.120	80.0	9.8584
C5	100	10.0	6.400	100.0	12.3230
C6	150	15.0	9.600	150.0	18.4845

**VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION DE LAS SALES PURAS PARA LAS SEMILLAS DE MAIZ.**

**CUADRO No. 13**

**SULFATO DE SODIO ANHIDRO (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	2.00	1.280	20.0	1.4204
C3	50	6.00	3.840	60.0	4.2612
C4	75	8.00	5.120	80.0	5.6816
C5	100	10.0	6.400	100.0	7.1020
C6	150	15.0	9.600	150.0	10.6530

**CUADRO No. 14**

**CARBONATO DE SODIO (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E mmhos/cm	mg	meq/l	ppm ó mg/l
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000
C2	0	2.00	1.280	20.0	1.0598
C3	50	6.00	3.840	60.0	3.1796
C4	75	8.00	5.120	80.0	4.2395
C5	100	10.0	6.400	100.0	5.2994
C6	150	15.0	9.600	150.0	7.9491



La metodología establece que para cada tipo de salinidad, las relaciones aniónicas y catiónicas no deben exceder un cierto valor límite. Así, para la salinidad clorhídrica, la relación entre el (Cl<sup>-</sup>) y el (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) debe ser mayor que 2.0, para la salinidad sulfático-clorhídrica, esta relación, debe oscilar entre 1.0 y 2.0, para la salinidad clorhídrico-sulfática, esta relación debe estar entre 0.2 y 1.0, para la salinidad sulfática, esta relación debe ser menor que 0.2, y en la salinidad sulfático-sódica, la relación entre el (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y el (Cl<sup>-</sup>+ SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) debe ser igual a 2.0.

Tomando en consideración las relaciones anteriores, se escogieron las siguientes:

- a) salinidad clorhídrica:  $Cl^- / SO_4^{-2} = 2.5$
- b) salinidad sulfático-clorhídrica:  $Cl^- / SO_4^{-2} = 1.5$
- c) salinidad clorhídrico-sulfática:  $Cl^- / SO_4^{-2} = 0.6$
- d) salinidad sulfática:  $Cl^- / SO_4^{-2} = 0.15$
- e) salinidad sulfático-sódica:  $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{-2} = 2.0$

La cantidad de solutos necesaria para preparar las soluciones de los tratamientos con mezclas de sales, se determinó también con la aplicación de: ppm = 640 (CE x 10<sup>3</sup>) y meq.l<sup>-1</sup> = 10 (CE x 10<sup>3</sup>). Luego, utilizando las relaciones anteriores se calculó la porción de cada sal empleada como fuente para la preparación de las mezclas. El procedimiento utilizado se describe a continuación:

a) salinidad clorhídrica

Las sales utilizadas son: cloruro de sodio (NaCl) y sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>). La concentración total de sales de 0.64 g.l<sup>-1</sup> debe generar una conductividad eléctrica teórica en el extracto de saturación de 1.0 milimhos.cm<sup>-1</sup>. El procedimiento para calcular la concentración de cada sal es el siguiente:

Si el (NaCl) tiene un peso molecular de 58.44 g y el (Cl) un peso atómico de 35.45 g, entonces, el (Cl) representa un 60.66% del peso molecular de (NaCl) y 17.11 meq.l<sup>-1</sup> en el (NaCl).

Si el (MgSO<sub>4</sub>) tiene un peso molecular de 120.37 g y el (SO<sub>4</sub>) pesa 96.06 g, entonces, el (SO<sub>4</sub>) representa un 79.8% del peso molecular del (MgSO<sub>4</sub>) y 16.61 meq.l<sup>-1</sup> en el (MgSO<sub>4</sub>).

Si se representa con A al ion de Cl<sup>-</sup> y con B al ion de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, entonces se tiene que:

$$17.11 A / 16.61 B = 2.5$$

$$A + B = 0.64 \text{ g.l}^{-1}$$

La resolución de estas ecuaciones, permite obtener la cantidad de cada sal, para preparar la solución. Así para una concentración total de 0.64 g.l<sup>-1</sup>, que teóricamente generan una conductividad eléctrica en el extracto de saturación de 1.0 milimhos.cm<sup>-1</sup>, se requieren:

$$A = 0.453 \text{ g.l}^{-1} \text{ de (NaCl) y } B = 0.187 \text{ g.l}^{-1} \text{ de (MgSO}_4\text{)}.$$

En general, el procedimiento se aplicó para todas las concentraciones totales de los tratamientos de cada cultivo, manteniendo constante la relación:

$$17.11 A / 16.61 B = 2.5$$

y variando la concentración total de acuerdo con la ecuación:

$$A + B = \text{g.l}^{-1}$$

La concentración de cada sal para la preparación de los tratamientos, cuando se utiliza la salinidad clorhídrica se presenta en los cuadros 13 y 14.

#### b) Salinidad sulfático-clorhídrica.

En este tipo de salinidad, al igual que en la salinidad clorhídrica, solamente varían las relaciones aniónicas entre las dos sales usadas, manteniéndose el mismo porcentaje del anión dentro de cada sal. Así se tiene que:

$$17.11 A / 16.61 B = 1.5$$

$$A + B = 0.64 \text{ g.l}^{-1}$$

Resolviendo estas ecuaciones se tiene que:  $A = 0.379 \text{ g.l}^{-1}$  de (NaCl) y  $B = 0.261 \text{ g.l}^{-1}$  de ( $\text{MgSO}_4$ ). En el cuadro 15 y 16 se presentan las concentraciones de cada sal segun el cultivo.

#### c) Salinidad clorhídrico-sulfática

El procedimiento de cálculo de las concentraciones de cada sal es igual que en el caso precedente, solamente se cambio la relación aniónica. Así se tiene que:

$$17.11 A / 16.61 B = 0.6$$

$$A + B = 0.64 \text{ g.l}^{-1}$$

Resolviendo estas ecuaciones se tiene que:  $A = 0.236 \text{ g.l}^{-1}$  de (NaCl) y  $B = 0.404 \text{ g.l}^{-1}$  de ( $\text{MgSO}_4$ ). La concentración de cada sal, para cada tratamiento, se presenta en los cuadros 17 y 18.

#### d) Salinidad sulfática

Para las mismas fuentes de sales, las ecuaciones son las siguientes:

$$17.11 A / 16.61 B = 0.15$$

$$A + B = 0.64 \text{ g.l}^{-1}$$

Resolviendo estas ecuaciones, se tiene  $A = 0.081 \text{ g.l}^{-1}$  de (NaCl) y  $B = 0.559 \text{ g.l}^{-1}$  de ( $\text{MgSO}_4$ ). En el cuadro 19 y 20 se presentan las concentraciones de cada sal de acuerdo a las concentraciones de cada tratamiento según el cultivo.

### e) Salinidad sulfática-sódica

Las fuentes de sales para esta salinidad fueron: cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2$ ), sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Una concentración total del primer tratamiento de  $0.64 \text{ g.l}^{-1}$ . El procedimiento es como sigue:

Si el ( $\text{MgCl}_2$ ) tiene un peso molecular de 95.22 g y el  $\text{Cl}_2$  pesa 70.91 g; entonces el ( $\text{Cl}_2$ ) representa un 74.47 % del peso molecular del ( $\text{MgCl}_2$ ) y  $21.0 \text{ meq.l}^{-1}$  en el ( $\text{MgCl}_2$ ).

Si el ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) tiene un peso molecular de 142.04 g y el  $\text{SO}_4^{-2}$  pesa 96.06 g; entonces, el ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) representa un 67.63% del peso molecular del ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y  $14.08 \text{ meq.l}^{-1}$  en el ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

Si el ( $\text{NaHCO}_3$ ) tiene un peso molecular de 84.0 g y el ( $\text{HCO}_3^-$ ) pesa 61.0 g, entonces, el ( $\text{HCO}_3^-$ ) representa un 72.63% del peso molecular del ( $\text{NaHCO}_3$ ) y  $11.91 \text{ meq.l}^{-1}$  en el ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Si se representa con A al ( $\text{MgCl}_2$ ), con B al ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y con C al ( $\text{NaHCO}_3$ ), se tiene:

$$11.91 \text{ C} / 21.0 \text{ A} + 14.08 \text{ B} = 2.0$$

$$\text{A} + \text{B} + \text{C} = 0.064 \text{ g.l}^{-1}$$

En esta ecuación se puede apreciar que existen muchos valores de A, B y C que satisfagan una relación de 2.0, sin embargo, se escogieron aquellos valores más pequeños cuya relación sea igual 2.0.

Así se tiene:

$$c / a + b = 2.0 \quad a = 1.0, \quad b = 1.0, \quad y \quad c = 4.0$$

$$4 / 1 + 1 = 2.0$$

Como los valores de a, b y c representan meq.l<sup>-1</sup> de Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> se pueden escribir las relaciones siguientes:

$$21.00 A_o = a = 1.0 \dots \dots \dots A_o = 0.0476$$

$$14.08 B_o = b = 1.0 \dots \dots \dots B_o = 0.0710$$

$$11.91 C_o = c = 4.0 \dots \dots \dots C_o = 0.3359$$

A<sub>o</sub>, B<sub>o</sub> y C<sub>o</sub> son las cantidades en g de (MgCl<sub>2</sub>), (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y (NaHCO<sub>3</sub>), necesarias para preparar 1.0 litro de solución que contenga 1.0 meq.l<sup>-1</sup> de (Cl<sup>-</sup>), 1.0 meq.l<sup>-1</sup> de (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) y 4.0 meq.l<sup>-1</sup> de (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Como las soluciones de A<sub>o</sub>, B<sub>o</sub> y C<sub>o</sub> son proporciones con las de A, B y C, se tiene que:

$$A = (A + B + C) A_o / (A_o + B_o + C_o) = 0.0670 \text{ g.l}^{-1} \text{ de (MgCl}_2\text{)}$$

$$B = (A + B + C) B_o / (A_o + B_o + C_o) = 0.100 \text{ g.l}^{-1} \text{ de (Na}_2\text{SO}_4\text{)}$$

$$C = (A + B + C) C_o / (A_o + B_o + C_o) = 0.473 \text{ g.l}^{-1} \text{ de (NaHCO}_3\text{)}$$

Las concentraciones de cada una de las sales de los tratamientos, se calcularon siguiendo el procedimiento anterior, variando solamente la concentración total de la ecuación (ppm = 640(CE x 10<sup>3</sup>)). Los valores se presentan en los cuadros del No.15 al 24.

Al igual que en las sales puras, los cálculos de las concentraciones de los tratamientos con mezclas de sales, se realizaron considerando sales anhidras, por lo que fue necesario aplicar el criterio de que un equivalente de una sustancia química (A) reacciona con un equivalente de una sustancia química (B), y en consecuencia para calcular las concentraciones equivalentes del cloruro de magnesio hexahidratado (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O), se consideró la cantidad de moléculas de agua que tiene esta sal para la preparación de estas mezclas de sales que representan el tipo de salinidad sulfático-sódica.

VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION SALINA DE LAS MEZCLAS DE SALES PARA CADA TRATAMIENTO PARA LOS CULTIVOS DE FRIJOL

CUADRO No. 15

SALINIDAD CLORHIDRICA ( $Cl^{-1} / SO_4^{-2}$ ) = 2.5

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm NaCl	mg/l ó ppm MgSO <sub>4</sub>
C1	0	0.00	0.000	0.00	0.0000	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.00	0.4530	0.3825
C3	50	3.60	2.3040	36.00	1.6308	1.3771
C4	75	5.00	3.2000	50.00	2.2650	1.9126
C5	100	6.30	4.0320	63.00	2.8539	2.4099
C6	150	9.50	6.0800	95.00	4.3058	3.6341

CUADRO No.16

SALINIDAD SULFATICO-CLORHIDRICA ( $Cl^{-1} / SO_4^{-2}$ ) = 1.5

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm NaCl	mg/l ó ppm MgSO <sub>4</sub>
C1	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.0000
C2	0	1.00	0.6400	10.00	0.3790	0.5339
C3	50	3.60	2.3040	36.00	1.3644	1.9221
C4	75	5.00	3.2000	50.00	1.8950	2.6695
C5	100	6.30	4.0320	63.00	2.3877	3.3636
C6	150	9.50	6.0800	95.00	3.6005	5.0722

VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y  
CONCENTRACION SALINA DE LAS MEZCLAS DE SALES PARA CADA  
TRATAMIENTO PARA LOS CULTIVOS DE FRIJOL

CUADRO No.17

SALINIDAD CLORHIDRICO-SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{2-}$ ) = 0.6

Trata- miento	desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm NaCl	mg/l ó ppm MgSO <sub>4</sub>
C1	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.0000
C2	0	1.00	0.6400	10.00	0.2360	0.8264
C3	50	3.60	2.3040	36.00	0.8496	2.9752
C4	75	5.00	3.2000	50.00	1.4868	4.1322
C5	100	6.30	4.0320	63.00	2.2420	5.2066
C6	150	9.50	6.0800	95.00	3.6005	7.8512

CUADRO No. 18

SALINIDAD SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{2-}$ ) = 0.15

Trata- miento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm NaCl	mg/l ó ppm MgSO <sub>4</sub>
C1	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.0000
C2	0	1.00	0.6400	10.00	0.0081	1.1435
C3	50	3.60	2.3040	36.00	0.2916	4.1166
C4	75	5.00	3.2000	50.00	0.4050	5.7176
C5	100	6.30	4.0320	63.00	0.5103	7.2042
C6	150	9.50	6.0800	95.00	0.7695	10.8634

VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION SALINA DE LAS MEZCLAS DE SALES PARA CADA TRATAMIENTO PARA LOS CULTIVOS DE FRIJOL

CUADRO No. 19

SALINIDAD SULFATICO-SODICA ( $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.0

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm $\text{MgCl}_2$	mg/l ó ppm $\text{Na}_2\text{SO}_4$	mg/l ó ppm $\text{NaHCO}_3$
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
C2	0	1.00	0.640	10.0	0.1430	0.1000	0.4729
C3	50	3.60	2.304	36.0	0.5159	0.3600	1.7024
C4	75	5.00	3.200	50.0	0.7166	0.5000	2.3790
C5	100	6.30	4.032	63.0	0.9029	0.6300	2.9792
C6	150	9.50	6.080	95.0	1.3616	0.9500	4.4924

VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y CONCENTRACION SALINA DE LAS MEZCLAS DE SALES PARA CADA TRATAMIENTO PARA LOS CULTIVOS DE MAIZ

CUADRO No. 20

SALINIDAD CLORHIDRICA ( $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.5

Tratamiento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm $\text{NaCl}$	mg/l ó ppm $\text{MgSO}_4$
C1	0	0.00	0.000	0.00	0.0000	0.0000
C2	0	2.00	1.2800	20.00	0.9065	0.7640
C3	50	6.00	3.8400	60.00	2.7180	2.2952
C4	75	8.00	5.1200	80.00	3.6240	3.0603
C5	100	10.00	6.4000	100.00	4.5325	3.8221
C6	150	15.00	9.6000	150.00	6.7950	5.7381



VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y  
CONCENTRACION SALINA DE LAS MEZCLAS DE SALES PARA CADA  
TRATAMIENTO PARA LOS CULTIVOS DE MAIZ

CUADRO No. 21

SALINIDAD SULFATICO-CLORHIDRICA ( $Cl^{-1}/ SO_4^{=}$ ) = 1.5

Trata- miento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm NaCl	mg/l ó ppm MgSO <sub>4</sub>
C1	0	0.00	0.000	0.00	0.0000	0.0000
C2	0	2.00	1.2800	20.00	0.7588	1.0667
C3	50	6.00	3.8400	60.00	2.2740	3.2030
C4	75	8.00	5.1200	80.00	3.0320	4.2713
C5	100	10.00	6.4000	100.00	3.7940	5.3335
C6	150	15.00	9.6000	150.00	5.6850	8.0088

CUADRO No. 22

SALINIDAD CLORHIDRICO-FULFATICA ( $Cl^{-1}/ SO_4^{=}$ ) = 0.6

Trata- miento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm NaCl	mg/l ó ppm MgSO <sub>4</sub>
C1	0	0.00	0.000	00.00	0.0000	0.0000
C2	0	2.00	1.2800	20.00	0.4711	1.6555
C3	50	6.00	3.8400	60.00	1.4160	4.9587
C4	75	8.00	5.1200	80.00	1.8880	6.6116
C5	100	10.00	6.4000	100.00	2.3555	8.2776
C6	150	15.00	9.6000	150.00	3.5400	12.3967

VALORES TEORICOS DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y  
CONCENTRACION SALINA DE LAS MEZCLAS DE SALES PARA CADA  
TRATAMIENTO PARA LOS CULTIVOS DE MAIZ

CUADRO No. 23

SALINIDAD FULFATICA ( $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ) = 0.15

Trata- miento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm NaCl	mg/l ó ppm MgSO <sub>4</sub>
C1	0	0.00	0.000	00.00	0.0000	0.0000
C2	0	2.00	1.2800	20.00	0.1627	2.2867
C3	50	6.00	3.8400	60.00	0.4860	6.8611
C4	75	8.00	5.1200	80.00	0.6480	9.1481
C5	100	10.00	6.4000	100.00	0.8135	11.4335
C6	150	15.00	9.6000	150.00	1.2150	17.1528

CUADRO No. 24

SALINIDAD SULFATICO-SODICA ( $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) = 2.0

Trata- miento	Desc. en la prod. %	C.E. mmhos/cm	mg	m.e	mg/l ó ppm MgCl <sub>2</sub>	mg/l ó ppm Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	mg/l ó ppm NaHCO <sub>3</sub>
C1	0	0.00	0.000	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
C2	0	2.00	1.280	20.0	0.2865	0.2000	0.9458
C3	50	6.00	3.840	60.0	0.8590	0.6000	2.8374
C4	75	8.00	5.120	80.0	1.1466	0.8000	3.7832
C5	100	10.00	6.400	100.0	1.4327	1.0000	4.7290
C6	150	15.00	9.600	150.0	2.1499	1.500	7.0935

#### 8.4.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Las semillas de cada cultivo (maíz y frijol con seis variedades cada uno), fueron sometidas a seis tratamientos con cada una de las seis sales puras ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), durante la fase de germinación, también se utilizaron las cinco mezclas de sales con seis concentraciones cada una (Clorhídrica, sulfático-clorhídrica, clorhídrica-sulfática, sulfática y sulfático-sódica). De tal manera que para las 12 variedades criollas y las once soluciones salinas se realizaron 132 unidades experimentales en un diseño completamente aleatorio con seis tratamientos y tres repeticiones (de tal forma que para los 12 genotipos y las seis sales puras, se tuvieron 72 unidades experimentales y para las cinco mezclas salinas con los mismos tipos de semillas se conto con 60 unidades experimentales haciendo un total de 132 unidades experimentales), resultando un total de 1296 macetas para las sales puras y 1080 para las mezclas, en total se tuvieron 2376 unidades experimentales.

##### 8.4.1.- INSTALACION DE LOS EXPERIMENTOS.

La instalación se llevó a cabo por etapas, se utilizaron macetas de color negro, para evitar el desarrollo de algas e impedir su efecto sobre la germinación. Las 1296 macetas se llenaron de agrolita perfectamente lavada con agua destilada para que quedara libre de sales y perfectamente seca para que no variara el extracto de saturación de las diferentes concentraciones. Se aplicaron las soluciones salinas de los diferentes tratamientos con sales puras y se sembraron las semillas de cada una de las variedades de frijol y de maíz, se utilizaron 10 semillas por maceta. se hizo lo mismo para las 1080 macetas utilizadas para las mezclas de sales. Finalmente las macetas se colocaron en ambiente controlado (invernadero) donde las condiciones son tales que las unidades experimentales se puedan considerar homogéneas.

## **8.5.- OBSERVACIONES DURANTE EL DESARROLLO DE LOS EXPERIMENTOS**

Durante el desarrollo de cada experimento se hicieron las siguientes observaciones y determinaciones:

### **8.5.1.- DURANTE LA FASE DE EMERGENCIA:**

La emergencia de las plántulas se registro diariamente durante 17 días para las sales puras y 14 días para las mezclas salinas, momento en el que el 95% de las unidades experimentales alcanzó su máximo porcentaje en esta variable.

También se aprovecho esta etapa para registrar información sobre los efectos de toxicidad, síntomas de deficiencia y cambios morfológicos que la salinidad causo en los genotipos estudiados.

Cuando la mayoría de las plántulas alcanzó su máximo desarrollo se midió: longitud de raíz, biomasa peso fresco y seco. Estas variables fueron cuantificadas en tres individuos de cada unidad experimental.

### **8.5.2.- DETERMINACION DE LA PRESION OSMOTICA, C.E. y pH.**

La presión osmótica desarrollada por la solución de cada tratamiento se midió utilizando un osmómetro modelo 5100 C marca Wescor.

La determinación de la conductividad eléctrica que genera la solución salina de cada tratamiento se determinó utilizando un conductímetro, de corriente alterna adecuado para medir la C.E. de las soluciones.

La determinación del pH de cada solución se realizó con un potenciómetro marca Beckman.

## 8.6.- ANALISIS ESTADISTICO.

### 8.6.1.- ANALISIS DE VARIANZA.

Con las determinaciones de cada experimento, se desarrollo un análisis de varianza, para precisar si existe variabilidad y establecer mediante una prueba de Tuckey si existe diferencia estadística entre los tratamientos en estudio.

### 8.6.2.- ANALISIS DE REGRESION.

Con la finalidad de señalar el desarrollo del proceso germinativo a partir de la determinación de los valores de la conductividad eléctrica (CE) medida para la solución de cada tratamiento, se realizó un modelo de línea recta, utilizando la técnica de análisis de regresión. Su fórmula general presenta el siguiente arreglo:

$$Y = B_0 + B_1x$$

Donde:

Y - representa los días a la emergencia (DG) de acuerdo con la CE de la solución.

$B_0$  - es la ordenada al origen, o sea, los días a la germinación cuando la CE de la solución toma valores de cero.

$B_1$  - es la pendiente de la recta, o sea, el número de días que aumenta o disminuye la germinación por cada unidad de CE que aumenta en la solución.

x - Es la CE de la solución.

El ajuste del modelo se hizo con las observaciones de los días requeridos para la germinación de las semillas de acuerdo a los valores de la CE de cada tratamiento.

Para cada tipo de sal se calibró un modelo ajustado por el origen, empleando la técnica de análisis de regresión, el cuál relaciona la conductividad eléctrica de cada solución con su concentración y con su presión osmótica.

El modelo en forma general, tiene la estructura siguiente:

$$Y = B_1x$$

Donde:

Y - Representa la concentración de la solución en ppm o  $\text{mg.l}^{-1}$  en un primer caso y como un segundo caso la presión osmótica en bares desarrollada por la solución.

$B_1$  - Es la pendiente de la recta, o sea, el número de unidades en (ppm,  $\text{meq.l}^{-1}$  o bares) que aumenta la solución (Y) por cada unidad de conductividad eléctrica en  $\text{mmhos.cm}^{-1}$  que aumenta la misma solución.

x - Es la conductividad eléctrica de la solución, en  $\text{mmhos.cm}^{-1}$  (C.E.  $\times 10^3$ ).

El ajuste del modelo, se realizó relacionando primero la C.E.  $\times 10^3$  con la concentración de las soluciones de los tratamientos en ppm o  $\text{mg.l}^{-1}$  y finalmente con la presión osmótica (PO) en bares, empleando el método de mínimos cuadrados.

El análisis de varianza y de regresión se realizó con el sistema de análisis estadístico (SAS).

## IX. RESULTADOS Y DISCUSION

### 9.1.- VALORES DE pH DE LAS SOLUCIONES SALINAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO SOBRE EMERGENCIA (SALES PURAS Y MEZCLAS DE SALES).

Es importante aclarar que la concentración C1 corresponde al agua destilada (testigo) y no es una solución salina para ninguno de los casos, presentando un pH neutro en el momento en que se estableció el experimento para ambos cultivos.

En la presente investigación de ahora en adelante se utiliza el término emergencia como sinonimo de germinación.

En los cuadros No.25 al 26 se presentan los valores de pH de las soluciones de sales puras en sus diferentes concentraciones. Los valores de pH para el cloruro de sodio (NaCl) en todas sus concentraciones para los experimentos de maíz y frijol fluctuó entre: 7.2 y 9.5. Aunque en términos generales el pH de las soluciones salinas del NaCl son de carácter neutro, aquí en estas determinaciones, los valores mayores de 8.5 se deben a la solubilización del CO<sub>2</sub> de la atmósfera y por la presencia del ión sodio que causa hidrólisis del agua.

Los valores de pH de las soluciones de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) para el frijol y el maíz estuvieron en el intervalo 6.9-7.5. Estos valores de pH tienden a la neutralidad a excepción de la concentración C2 que presenta un valor de 7.5 para el maíz. En general las soluciones de las sales de calcio son de un carácter más neutro debido a que el ión calcio causa una mínima hidrólisis.

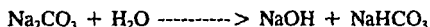
Los valores de pH de las soluciones de cloruro de magnesio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) para el frijol y el maíz quedaron incluidos en el intervalo: 6.8.-9.4. En algunas determinaciones de pH con esta sal, las soluciones alcanzan valores de pH mayores a 8.5. Esto se debe a que el magnesio causa mayor hidrólisis del agua que el calcio. Existe una diferencia en el comportamiento del pH obtenido en las soluciones de frijol con respecto a las de maíz, en el cloruro de magnesio, en el caso del frijol el pH se

mantiene cerca de la neutralidad mientras que para las soluciones de maíz tienden a la alcalinidad, esto se explica debido a que ésta sal, se hace más nociva a medida que su concentración se incrementa. Aquí se emplearon mayores concentraciones para las soluciones en el caso del cultivo de maíz.

Los valores de pH de las soluciones del sulfato de magnesio ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) para el frijol y el maíz variaron desde: 7.4 a 8.4. Esta sal es de carácter neutro. Sin embargo, los valores obtenidos en estas soluciones son ligeramente alcalinos.

El pH de las soluciones del sulfato de sodio ( $Na_2SO_4$ ) para los cultivos de frijol y maíz oscilaron entre: 7.3 y 8.3. Esta sal es de carácter neutro. Los valores de pH alcalinos se deben a la solubilización del  $CO_2$  y a la hidrólisis que causa el ión sodio.

Los valores del pH de las soluciones del carbonato de sodio ( $Na_2CO_3$ ) para el frijol y el maíz fluctuaron entre: 10.6 y 11.2. Los altos valores alcalinos de estas soluciones sódicas se deben a la procesos hidrolíticos que la sal del carbonato de sodio causa de acuerdo con la siguiente reacción :



La presencia del ión hidróxilo es el que propicia los valores de la alta alcalinidad de las soluciones de carbonato de sodio.

Las dos soluciones que más afectaron al pH en ambos cultivos son  $NaCl$  y el  $Na_2CO_3$  ambas debido a la solubilidad del  $CO_2$  del aire, el resto de las soluciones son menos perjudiciales y el grado de daño esta en función de dos propiedades la solubilidad y la capacidad hidrolítica.

En general se obtuvieron valores de pH mayores para el maíz que para el frijol en el caso de las sales puras.

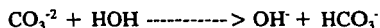
En los cuadros No. 27 y 28 se presentan los valores de las soluciones de las mezclas de sales, es decir de los diferentes tipos de salinidad. Estas soluciones corresponden a



las distintas concentraciones que se utilizaron en los experimentos de germinación del frijol y del maíz.

Los valores de pH de las soluciones de la salinidad clorhídrica ( $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-} = 2.5$ ) para estos cultivos quedaron incluidos entre 6.3 y 7.6. Las sales de cloro y sulfato son neutras.

Los valores de pH de las soluciones de la salinidad sulfático-sódica ( $\text{HCO}_3^- / \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} = 2.0$ ) para el frijol y el maíz estuvieron en el rango de  $\text{pH} = 8.5-8.7$ . Estas soluciones son de carácter alcalino. Esta alcalinidad se debe a la hidrólisis que el ión carbonato provocó de acuerdo con la siguiente reacción:



Sin embargo la alcalinidad no alcanza valores tan altos debido a la presencia de cloruros.

Los valores del pH de las soluciones de la salinidad sulfático-clorhídrica ( $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-} = 1.5$ ) para ambos cultivos variaron de 6.7 a 8.3. Estos valores están dentro de un intervalo neutro a excepción de los valores 8.3 y 8.7. Las sales que conforman este tipo de salinidad son de carácter neutro.

Los valores del pH de las soluciones de la salinidad clorhídrico-sulfática ( $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-} = 0.6$ ) para el maíz y el frijol fluctuaron de 6.5 a 8.7. En la mayoría de las concentraciones de este tipo de salinidad el pH varía de 6.7-7.1. El valor del pH alcalino de este tipo de salinidad en la concentración C3 para el experimento del maíz se debe a la solubilización del  $\text{CO}_2$ .

Los valores del pH de las soluciones de la salinidad sulfática ( $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-} = 0.15$ ) para estos cultivos estuvieron en el rango de 6.5 a 6.9 estos valores de pH están muy cercanos a la neutralidad. Esto se debe a la alta cantidad de sulfatos en las soluciones.

En general, sobre la tendencia que tienen los valores de pH de las soluciones de sales puras y de mezclas de sales de adquirir valores hacia una neutralidad  $\text{pH} = 7.0$ , o de adquirir valores de pH hacia una alcalinidad  $\text{pH} >$  de 8.0 se puede decir, que las variaciones de pH dependen de la presencia de bicarbonatos o de los procesos de hidrolización que ocurren en las diferentes soluciones salinas.

CUADRO No.25

DETERMINACIONES DEL pH DE LAS SOLUCIONES DE SALES PURAS A LAS QUE FUERON EXPUESTAS LAS SEMILLAS DE FRIJOL DURANTE LA GERMINACION.

TRATAMIENTO

SALES PURAS	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
NaCl	7.0	9.3	9.4	9.5	9.4	9.1
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	7.0	7.5	7.3	7.3	7.0	7.0
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	7.0	7.3	7.2	6.9	6.9	6.8
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	7.0	8.3	8.4	7.6	7.5	7.4
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7.0	8.3	7.5	7.3	8.2	7.4
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7.0	10.6	11.0	11.2	11.2	11.2

CUADRO No. 26

DETERMINACIONES DEL pH DE LAS SOLUCIONES DE SALES PURAS A LAS QUE FUERON EXPUESTAS LAS SEMILLAS DE MAIZ DURANTE LA GERMINACION.

TRATAMIENTO

SALES PURAS	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
NaCl	7.0	9.5	9.4	7.5	8.6	7.2
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	7.0
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	7.0	7.6	9.4	8.5	7.5	7.2
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	7.0	7.6	7.5	8.0	7.6	7.5
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7.0	9.2	7.8	7.4	7.3	7.5
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7.0	10.8	11.0	11.2	11.2	11.2

**CUADRO No.27**

**DETERMINACION DEL pH DE LAS SOLUCIONES DE MEZCLAS DE SALES A LAS QUE FUERON EXPUESTOS LOS CULTIVOS DE FRIJOL DURANTE LA GERMINACION.**

TRATAMIENTO						
TIPOS DE SALINIDAD	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 2.5$	7.0	6.3	6.6	6.4	6.6	6.6
SULFATICO-SODICA $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{2-} = 2.0$	7.0	8.7	8.6	8.6	8.6	8.6
SULFATICO-CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 1.5$	7.0	6.8	6.7	7.1	7.1	8.3
CLORHIDRICO-SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.6$	7.0	7.6	8.7	7.0	6.7	6.8
SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.15$	7.0	6.7	6.7	6.6	6.8	6.5

**CUADRO No.28**

**DETERMINACION DEL pH DE LAS SOLUCIONES DE MEZCLAS DE SALES A LAS QUE FUERON EXPUESTOS LOS CULTIVOS DE MAIZ DURANTE LA GERMINACION.**

TRATAMIENTO						
TIPOS DE SALINIDAD	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 2.5$	7.0	7.6	7.1	6.7	7.0	6.7
SULFATICO-SODICA $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{2-} = 2.0$	7.0	8.7	8.5	8.5	8.5	8.5
SULFATICO-CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 1.5$	7.0	6.9	8.7	7.4	6.9	7.3
CLORHIDRICO-SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.6$	7.0	7.1	7.2	6.8	6.5	6.8
SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.15$	7.0	6.7	6.7	6.8	6.9	6.8

## 9.2.- RELACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mmhos/cm a 25°C) CON EL CONTENIDO DE SALES (ppm) Y CON LA PRESION OSMOTICA (bares) QUE GENERAN ESTAS SOLUCIONES.

En los estudios sobre la evaluación de las sales solubles en los suelos; y cuando se quieren establecer algunas relaciones sobre el rendimiento relativo de algunos cultivos agrícolas con respecto al contenido de sales en éstos, por lo general es común en la práctica agronómica determinar la conductividad eléctrica del extracto de saturación de los diferentes tipos de los suelos salinos. El procedimiento de determinación de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación comprende la preparación de una pasta saturada de suelo, agitando durante la adición de agua destilada hasta alcanzar el punto final deseado, que es el que debe corresponder al contenido de humedad a saturación. Después de haber alcanzado el punto de saturación se utiliza un filtro de succión para obtener una cantidad suficiente de extracto destinado a las determinaciones de la conductividad eléctrica.

La ventaja especial del método del extracto de saturación para medir la salinidad estriba en el hecho de que su porcentaje de saturación esta relacionado directamente con los distintos valores de la humedad de campo. En el campo el contenido de humedad fluctua desde el límite más bajo representado por el punto de marchitez permanente hasta la capacidad de campo.

Las determinaciones hechas en algunos suelos indican que dentro de un amplio margen de texturas, el porcentaje de saturación (PS) es aproximadamente igual a cuatro veces el porcentaje a 15 atmósferas (PI5A), el cual a su vez se aproxima mucho al porcentaje de marchitez. La concentración de sales solubles del extracto de saturación tiende, por lo tanto, a ser casi la mitad de la concentración de la solución del suelo en el límite superior de humedad y con la cuarta parte de la concentración que tendría la solución del suelo en el límite inferior de humedad. Es por esto, que de acuerdo a estas particularidades, la conductividad del extracto de saturación (CEes) se puede usar directamente para estimar el efecto de la salinidad del suelo en el desarrollo de la planta (Richards, 1993). Sin embargo, es necesario recordar que en los suelos salinos se encuentran sales que poseen diferente solubilidad y que en función de esta propiedad tiene lugar su efecto perjudicial.

En los cuadros No. 29 al 32 se presentan los valores de la conductividad eléctrica de las diferentes soluciones de sales puras y de las mezclas de sales que se utilizaron en la germinación del frijol y maíz. Con los valores reales obtenidos de las diferentes soluciones de sales puras y de las mezclas de sales se corrieron regresiones lineales relacionando partes por millón o miligramos por litro con la conductividad eléctrica de cada una y la presión osmótica expresada en bares (cuadros del número 33 al 36) con la conductividad eléctrica.

La finalidad de relacionar funcionalmente:  $\text{ppm (mg.l}^{-1}\text{)} = f(\text{CE})$  y  $\text{PO} = f(\text{CE})$ ; reside en que al conocer cualquier valor de la conductividad eléctrica de una solución extraída de cualquier suelo salino se pueden determinar las concentraciones de sólidos disueltos en estas soluciones y las presiones osmóticas que estas generan. En muchas investigaciones (Richards, 1993), se utilizan los parámetros  $\text{ppm} = 640 (\text{CE} \times 10^3)$ ,  $\text{meq} = 10 (\text{CE} \times 10^3)$  y  $\text{PO} = 0.36 (\text{CE} \times 10^3)$  que se encuentran publicados en el Manual 60 del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica, en virtud de que estas tres variables son medidas directas de los niveles de salinidad presentes en el medio.

Estos parámetros se han utilizado ampliamente en los países en donde la Escuela Pedológica Americana ha tenido influencia, sin embargo, los valores relativos de los diferentes coeficientes que se obtienen en distintas relaciones funcionales, dependen de las soluciones de sales puras, soluciones de las diferentes mezclas de sales y de las relaciones aniónicas que se presentan en la naturaleza de tal forma que manifiestan de manera directa la química de las soluciones salinas.

Puede observarse en los diferentes tratamientos para todas las sales que aún cuando se espera una misma CE esta varía de una sal a otra para la misma concentración lo cual no coincide con lo reportado por el Manual 60. Un comportamiento similar se observa para los tipos de salinidad, esto es a una misma concentración no se obtiene la misma CE.

**CUADRO No.29**

**DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN (mmhos/cm) DE LAS SOLUCIONES DE SALES PURAS A LAS QUE FUERON EXPUESTAS LAS SEMILLAS DE FRIJOL DURANTE LA GERMINACION.**

**TRATAMIENTO**

SALES PURAS	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
NaCl	0.0	1.209	3.910	3.940	5.330	9.750
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.0	1.249	3.610	4.780	5.770	8.120
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.0	1.173	3.390	4.510	5.490	7.750
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.0	0.904	2.270	2.910	3.420	4.570
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.0	1.205	3.670	4.900	6.000	8.480
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0	1.187	3.600	4.810	5.860	8.320

**CUADRO No.30**

**DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN (mmhos/cm) DE LAS SOLUCIONES DE SALES PURAS A LAS QUE FUERON EXPUESTAS LAS SEMILLAS DE MAIZ DURANTE LA GERMINACION.**

**TRATAMIENTO**

SALES PURAS	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
NaCl	0.0	2.550	6.840	8.770	10.660	15.260
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.0	2.550	5.540	6.800	8.180	11.470
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.0	2.150	5.360	6.730	8.150	11.390
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.0	1.503	3.300	4.040	4.730	6.280
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.0	2.210	5.640	7.220	8.760	12.350
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.0	2.210	5.600	7.130	8.620	11.910

CUADRO No.31

DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN (mmhos/cm) DE LAS SOLUCIONES DE MEZCLAS DE SALES A LOS QUE FUERON EXPUESTOS LOS CULTIVOS DE FRIJOL DURANTE LA GERMINACION.

TRATAMIENTO

TIPOS DE SALINIDAD	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 2.5$	0.0	1.247	3.800	5.090	6.340	8.900
SULFATICO-SODICA $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{2-} = 2.0$	0.0	0.872	2.600	3.530	4.330	6.160
SULFATICO-CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 1.5$	0.0	1.192	3.610	4.830	5.900	8.260
CLORHIDRICO-SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.6$	0.0	1.130	3.210	4.190	5.060	7.160
SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.15$	0.0	1.021	2.670	3.400	4.110	6.450

CUADRO No.32

DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN (mmhos/cm) DE LAS SOLUCIONES DE MEZCLAS DE SALES A LOS QUE FUERON EXPUESTOS LOS CULTIVOS DE MAIZ DURANTE LA GERMINACION.

TRATAMIENTO

TIPOS DE SALINIDAD	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 2.5$	0.0	2.250	6.010	7.730	9.360	13.300
SULFATICO-SODICA $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{2-} = 2.0$	0.0	1.571	4.130	5.330	6.460	9.090
SULFATICO-CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 1.5$	0.0	2.170	5.640	7.240	8.730	12.390
CLORHIDRICO-SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.6$	0.0	1.950	4.910	6.240	7.600	10.210
SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.15$	0.0	1.691	4.000	4.940	5.890	7.240

**CUADRO No.33**

**DETERMINACION DE LA PRESION OSMOTICA EN (Bares) DE LAS SOLUCIONES DE SALES PURAS A LAS QUE FUERON SOMETIDAS LAS SEMILLAS DE FRIJOL DURANTE LA GERMINACION.**

**TRATAMIENTO**

SALES PURAS	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
NaCl	1.048	1.145	1.511	1.998	2.705	3.875
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	1.048	0.999	1.486	1.180	1.998	2.534
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	1.048	1.145	1.560	1.754	2.486	2.534
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	1.048	1.097	1.462	1.657	1.438	1.633
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.048	1.316	1.560	1.657	2.364	2.607
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.048	1.389	1.925	2.120	2.169	2.973

**CUADRO No.34**

**DETERMINACION DE LA PRESION OSMOTICA EN (Bares) DE LAS SOLUCIONES DE SALES PURAS A LAS QUE FUERON SOMETIDAS LAS SEMILLAS DE MAIZ DURANTE LA GERMINACION.**

**TRATAMIENTO**

SALES PURAS	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
NaCl	1.048	1.365	2.924	3.095	3.948	5.995
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	1.048	1.292	1.706	2.169	2.559	3.923
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	1.048	1.194	1.901	2.242	2.705	4.192
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	1.048	1.121	1.949	1.511	1.901	2.023
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.048	1.340	1.925	4.143	2.510	4.167
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.048	1.316	2.144	2.242	2.778	3.802



CUADRO No.35

DETERMINACION DE LA PRESION OSMOTICA EN (Bares) DE LAS SOLUCIONES DE MEZCLAS DE SALES A LAS QUE FUERON SOMETIDAS LAS SEMILLAS DE FRIJOL DURANTE LA GERMINACION.

TRATAMIENTO						
TIPOS DE SALINIDAD	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 2.5$	0.853	0.999	1.535	2.023	2.218	3.339
SULFATICO-SODICA $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{2-} = 2.0$	0.853	1.143	1.877	2.023	2.534	3.192
SULFATICO-CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 1.5$	0.853	1.584	1.823	1.998	2.486	3.290
CLORHIDRICO-SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.6$	0.853	1.194	1.608	1.950	2.120	2.803
SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.15$	0.853	0.950	1.194	1.682	1.755	2.315

CUADRO No.36

DETERMINACION DE LA PRESION OSMOTICA EN (Bares) DE LAS SOLUCIONES DE MEZCLAS DE SALES A LAS QUE FUERON SOMETIDAS LAS SEMILLAS DE MAIZ DURANTE LA GERMINACION.

TRATAMIENTO						
TIPOS DE SALINIDAD	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 2.5$	0.853	1.462	2.461	3.314	3.874	5.556
SULFATICO-SODICA $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{2-} = 2.0$	0.853	1.292	2.413	2.837	3.387	4.777
SULFATICO-CLORHIDRICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 1.5$	0.853	1.389	2.315	2.924	3.461	5.337
CLORHIDRICO-SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.6$	0.853	1.219	1.828	2.315	3.222	3.972
SULFATICA $Cl^- / SO_4^{2-} = 0.15$	0.853	1.218	1.584	1.900	2.228	2.778

En las figuras (2 a la 9) y cuadros (37 al 44) se presentan las relaciones funcionales  $\text{ppm} = f(\text{CE})$ , y  $\text{PO} = f(\text{CE})$  para las sales puras y mezclas de sales que se utilizaron experimentalmente en la germinación del frijol y del maíz. Se observa que tanto para las sales puras como para las mezclas corresponde una CE diferente a la misma concentración, de esto se deduce que la CE no es una función directa a la concentración, sino que esta depende también del tipo de sal presente. Así mismo puede observarse que son las sales de sodio las que a más baja concentración y producen las mayores presiones osmóticas y por ende son más dañinas para plantas y suelos. Para los tipos de salinidad en la clorhídrica y la sulfática se obtienen a bajas concentraciones, PO altas y estos son los tipos de salinidad con dominancia de una de las sales (fig No.5). El análisis de regresión (cuadros No.37 y 39) refuerza lo antes señalado, pues se muestra una alta correlación entre CE y concentración (ppm) y entre la CE y la PO, encontrándose un valor de R más cercano a la unidad.

En los cuadros del No. 38 al 40 aparecen las ecuaciones de regresión para sales puras y tipos de salinidad a las que fueron expuestas las semillas de frijol durante esta investigación.

Se observa en la ecuación que la presión osmótica es una función directa de la constante (pendiente de la curva) a cierta CE encontrándose que cuanto mayor es la pendiente mayor será la PO y la planta será más afectada en virtud de que requiere realizar un mayor esfuerzo para la absorción de agua y nutrimentos, en el caso del frijol el NaCl y el  $\text{MgSO}_4$  desarrollaron las más altas PO, seguidos por el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Es importante señalar el efecto hidrolítico que cada una de las sales tiene, de este modo el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hidróliza más rápidamente al agua (y modifica el pH) que el NaCl y este a su vez más que el  $\text{MgSO}_4$ , causando modificaciones en el medio que contribuyen a un efecto más perjudicial en el proceso de germinación y emergencia, esto se confirma en las respuestas obtenidas para el cultivo en estas sales (fig.No.3).

Para las mezclas de sales el frijol presentó la mayor sensibilidad para la salinidad sulfático-sódica, como puede observarse este efecto no sólo se debe a la concentración salina si no al tipo de sal presente y más concretamente al efecto del ión específico pues en general las sales de sodio resultaron ser las más dañinas para este cultivo.

Para el cultivo de maíz, un comportamiento similar se observa tanto para las sales puras como para las mezclas salinas.

Después de hacer una comparación de las variaciones de éstos parámetros en el caso de sales puras se observa que los valores de los diferentes coeficientes son menores cuando se tienen sales de sodio y son mayores cuando en las soluciones se tienen sulfatos. Esta misma regularidad se observa para el caso de los tipos de salinidad, es decir, si en las mezclas de sales predominan los cloruros los valores de éstos parámetros son menores, y en cambio, cuando en las mezclas de sales predominan los sulfatos los valores de estos parámetros son mayores (Cuadros No. 42 y 43).

**CUADRO No.37. RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs ppm)  
PARA FRIJOL EN SALES PURAS**

No. sal	Sal	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	NaCl	15.206	0.988	0.999	ppm = 604.88 (CE)
2	CaCl <sub>2</sub>	8.564	0.996	0.998	ppm = 815.37 (CE)
3	MgCl <sub>2</sub>	9.573	0.995	0.997	ppm = 1163.91 (CE)
4	MgSO <sub>4</sub>	14.888	0.988	0.999	ppm = 2321.87 (CE)
5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8.241	0.996	0.998	ppm = 767.32 (CE)
6	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7.049	0.997	0.998	ppm = 579.08 (CE)

**CUADRO No.38. RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs PO)  
PARA FRIJOL EN SALES PURAS**

No. sal	Sal	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	NaCl	27.381	0.940	0.970	PO = 0.432 (CE)
2	CaCl <sub>2</sub>	31.248	0.912	0.955	PO = 0.346 (CE)
3	MgCl <sub>2</sub>	32.803	0.903	0.950	PO = 0.387 (CE)
4	MgSO <sub>4</sub>	42.350	0.826	0.909	PO = 0.458 (CE)
5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	33.942	0.895	0.946	PO = 0.356 (CE)
6	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	32.427	0.904	0.951	PO = 0.399 (CE)

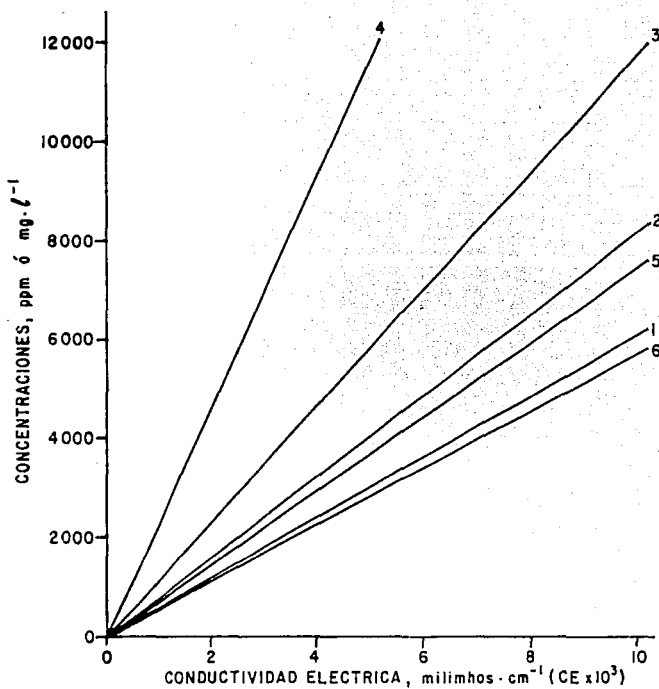


Fig. 2 Concentración de soluciones con una sal en partes por millón ó miligramos por litro, en relación con su conductividad eléctrica. 1. NaCl, 2. CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 3. MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 4. MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 5. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 6. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del frijol.

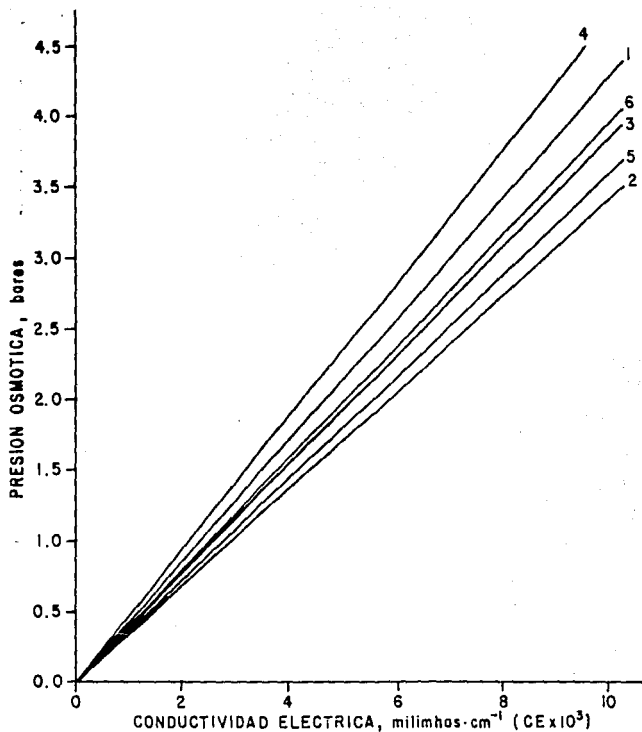


Fig. 3 Presión osmótica de soluciones con una sal y su relación con la conductividad eléctrica. 1. NaCl, 2. CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O, 3. MgCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O, 4. MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 5. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 6. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del frijol.

CUADRO No. 39

RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs ppm)  
PARA FRIJOL EN TIPOS DE SALINIDAD

No.	Tipos de Salinidad	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	Clorhídrica	6.648	0.998	0.999	ppm = 854.07 (CE)
2	Sulfático Sódica	6.187	0.998	0.999	ppm = 1062.58 (CE)
3	Sulfático clorhídrica	7.710	0.997	0.998	ppm = 998.24 (CE)
4	Clorhídrico sulfática	8.774	0.996	0.998	ppm = 1338.34 (CE)
5	Sulfática	5.055	0.998	0.999	ppm = 1809.43 (CE)

CUADRO No. 40.

RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs PO)  
PARA FRIJOL EN TIPOS DE SALINIDAD

No.	Tipos de Salinidad	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	Clorhídrica	23.031	0.956	0.978	PO = 0.379 (CE)
2	Sulfático Sódica	27.898	0.932	0.965	PO = 0.572 (CE)
3	Sulfático clorhídrica	29.020	0.926	0.962	PO = 0.425 (CE)
4	Clorhídrico sulfática	27.385	0.933	0.966	PO = 0.429 (CE)
5	Sulfática	30.844	0.915	0.957	PO = 0.409 (CE)

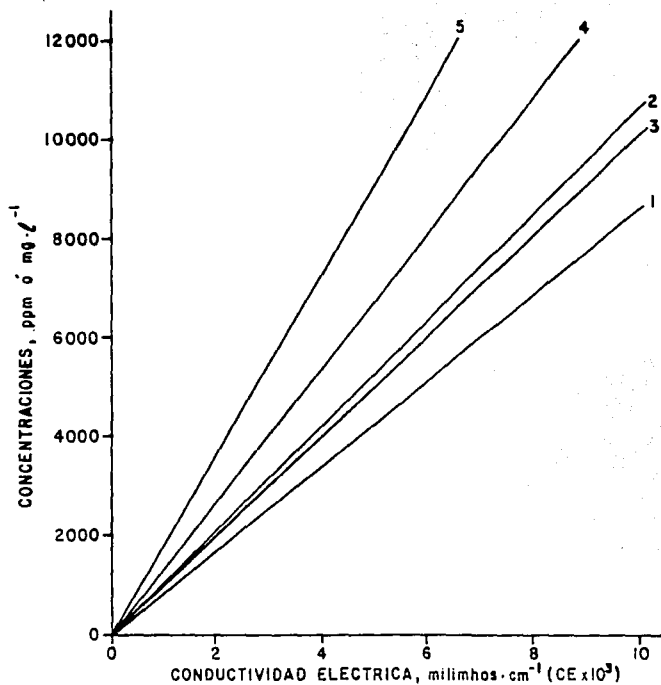


Fig. 4 Concentración de soluciones con un tipo de salinidad en partes por millón ó miligramos por litro, en relación con su conductividad eléctrica. 1. Salinidad clorhídrica, 2. Salinidad sulfático-sódica, 3. Salinidad sulfático-clorhídrica, 4. Salinidad clorhídrico-sulfática, 5. Salinidad sulfática. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del frijol.

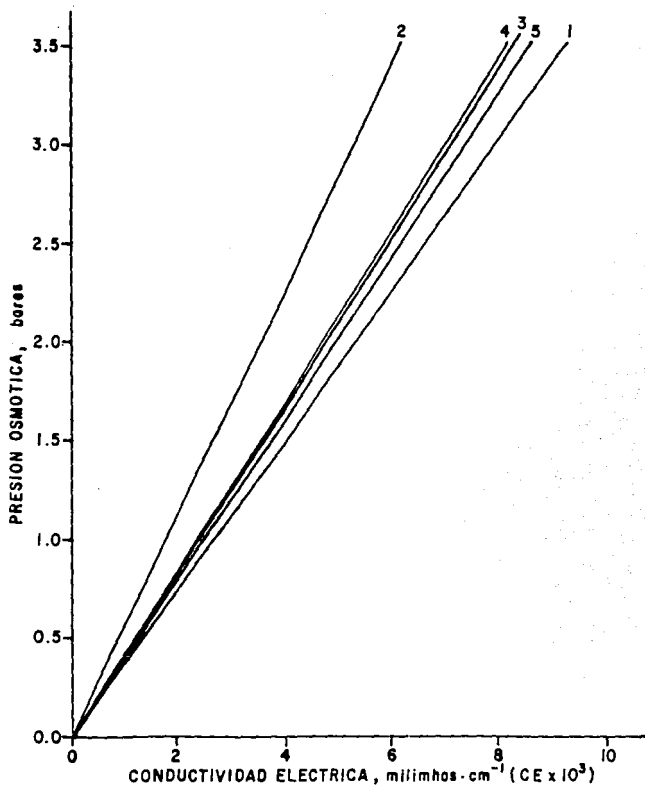


Fig. 5 Presión osmótica de soluciones con un tipo de salinidad y su relación con la conductividad eléctrica. 1. Salinidad clorhídrica, 2. Salinidad sulfático-sódica, 3. Salinidad sulfático-clorhídrica, 4. Salinidad clorhídrico-sulfática, 5. Salinidad sulfática. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del frijol.



**CUADRO No.41**

**RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs ppm)  
PARA MAIZ EN SALES PURAS**

No. sal	Sal	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	NaCl	5.865	0.998	0.999	ppm = 553.87 (CE)
2	CaCl <sub>2</sub>	9.664	0.995	0.997	ppm = 906.81 (CE)
3	MgCl <sub>2</sub>	8.650	0.996	0.998	ppm = 1267.49 (CE)
4	MgSO <sub>4</sub>	15.267	0.988	0.994	ppm = 2654.61 (CE)
5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7.267	0.998	0.999	ppm = 823.60 (CE)
6	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8.830	0.996	0.998	ppm = 628.99 (CE)

**CUADRO No. 42**

**RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs π bares)  
PARA MAIZ EN SALES PURAS**

No. sal	Sal	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	NaCl	16.134	0.980	0.990	PO = 0.386 (CE)
2	CaCl <sub>2</sub>	23.319	0.955	0.977	PO = 0.332 (CE)
3	MgCl <sub>2</sub>	21.564	0.962	0.981	PO = 0.355 (CE)
4	MgSO <sub>4</sub>	36.398	0.875	0.935	PO = 0.393 (CE)
5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	33.374	0.911	0.954	PO = 0.368 (CE)
6	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	23.042	0.955	0.977	PO = 0.330 (CE)

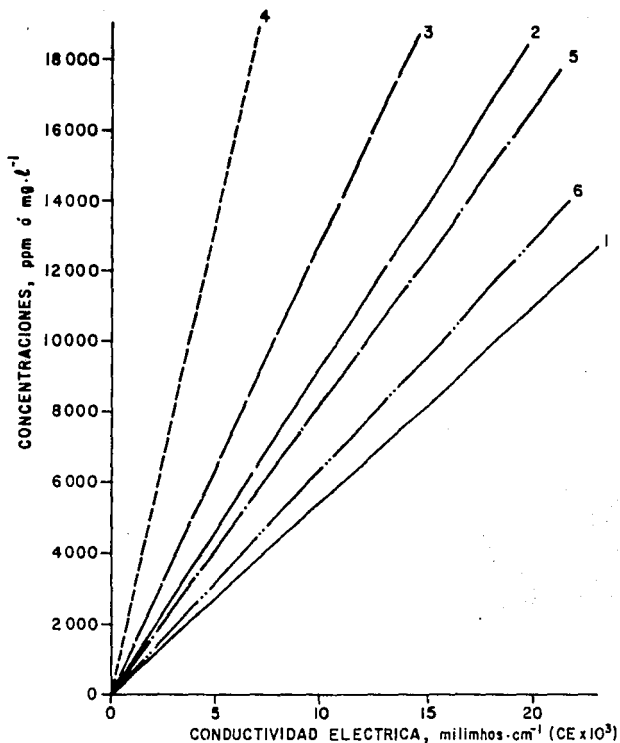


Fig. 6 Concentración de soluciones con una sal en partes por millón ó miligramos por litro, en relación con su conductividad eléctrica. 1. NaCl, 2. CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 3. MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 4. MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 5. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 6. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del maíz.

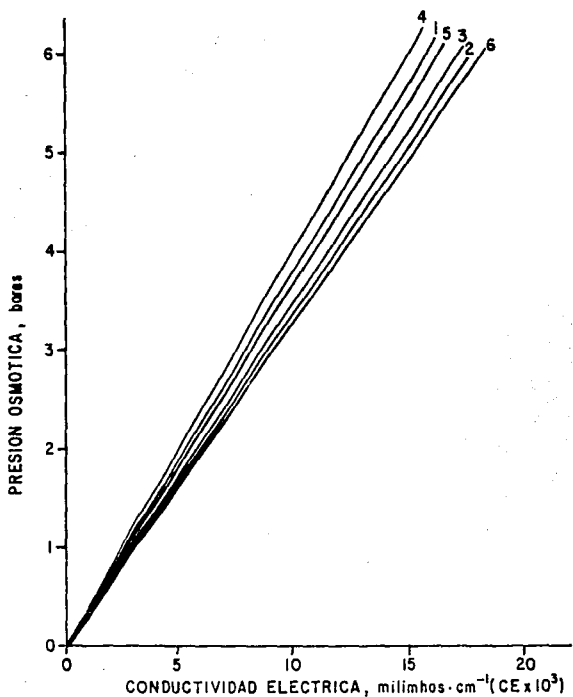


Fig. 7 Presión osmótica de soluciones con una sal y su relación con la conductividad eléctrica. 1. NaCl, 2. CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 3. MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 4. MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 5. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 6. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del maíz.

CUADRO No. 43

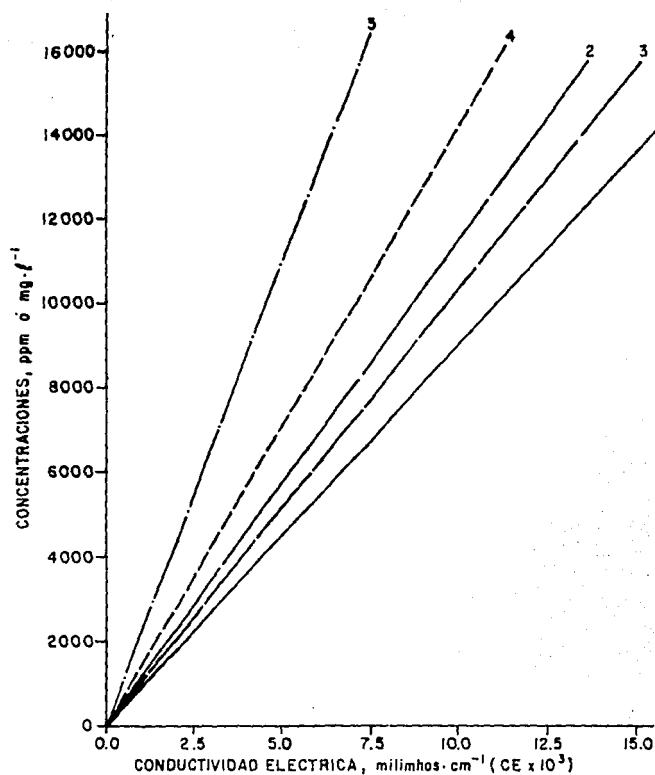
RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs ppm)  
PARA MAIZ EN TIPOS DE SALINIDAD

No.	Tipos de Salinidad	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	Clorhídrica	6.421	0.998	0.999	ppm = 904.26 (CE)
2	Sulfático Sódica	6.967	0.997	0.998	ppm = 1128.64 (CE)
3	Sulfático clorhídrica	6.962	0.997	0.998	ppm = 1057.80 (CE)
4	Clorhídrico sulfática	10.265	0.994	0.997	ppm = 1450.76 (CE)
5	Sulfática	18.143	0.982	0.991	ppm = 2197.21 (CE)

CUADRO No.44.

RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION (CE vs PO)  
PARA MAIZ EN TIPOS DE SALINIDAD

No.	Tipos de Salinidad	CV	R <sup>2</sup>	R	Ecuación
1	Clorhídrica	13.224	0.986	0.993	PO = 0.421 (CE)
2	Sulfático Sódica	18.421	0.973	0.986	PO = 0.524 (CE)
3	Sulfático clorhídrica	15.442	0.982	0.991	PO = 0.419 (CE)
4	Clorhídrico sulfática	18.209	0.973	0.986	PO = 0.390 (CE)
5	Sulfática	24.717	0.945	0.972	PO = 0.385 (CE)



**Fig. 8** Concentración de soluciones con un tipo de salinidad en partes por millón ó miligramos por litro, en relación con su conductividad eléctrica. 1. Salinidad clorhídrica, 2. Salinidad sulfática-sódica, 3. Salinidad sulfática-clorhídrica, 4. Salinidad clorhídrico-sulfática, 5. Salinidad sulfática. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del maíz.

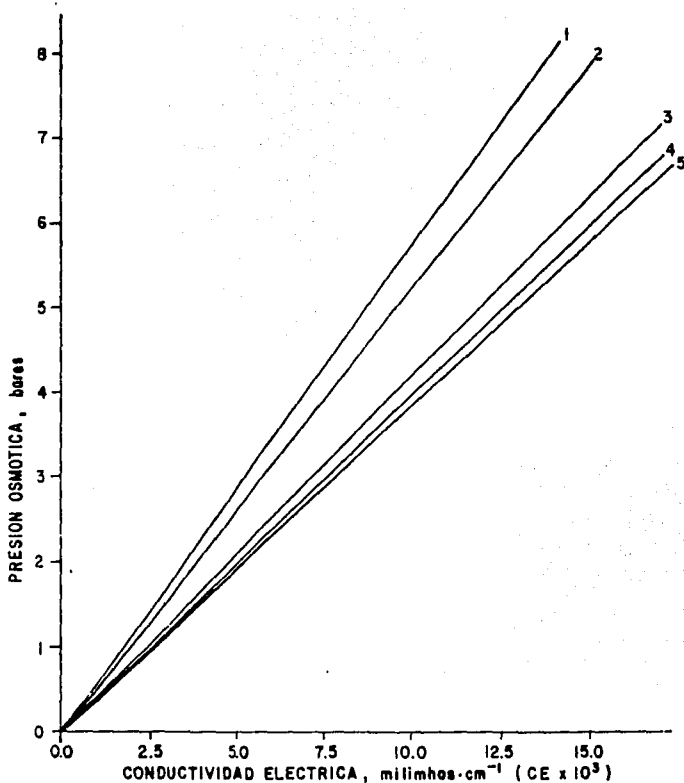


Fig. 9 Presión osmótica con un tipo de salinidad y su relación con la conductividad eléctrica. 1. Salinidad clorhídrica, 2. Salinidad sulfático-sódica, 3. Salinidad sulfático-clorhídrica, 4. Salinidad clorhídrico-sulfática, 5. Salinidad sulfática. Estas soluciones se utilizaron en la germinación del maíz.

### 9.3.- PORCENTAJES DE EMERGENCIA DE FRIJOL Y MAIZ EN CONDICIONES DE SALINIDAD CUALITATIVA Y CUANTITATIVA

En muchos experimentos de laboratorio, en donde se han empleado cultivos en soluciones en agrolita o en arena, se ha demostrado la estrecha relación que existe entre el conocimiento de las plantas y la presión osmótica de las soluciones salinas (Ramírez, 1988; Azaizeh y Steudle, 1991).

En principio, sobre la base de equivalentes químicos o de peso del material, los cloruros generalmente inhiben más el desarrollo de las plantas que los sulfatos pero esta diferencia tiende a desaparecer cuando las concentraciones se expresan con base a presión osmótica.

Estas relaciones indican que es la concentración total de las partículas de solutos en la solución, más que su naturaleza química, la causante principal de los efectos de inhibición que las soluciones salinas tienen sobre el desarrollo de las plantas de los diferentes cultivos.

Además de la presión osmótica de la solución, la naturaleza de las sales presentes puede ejercer una influencia importante en el desarrollo del vegetal.

Las concentraciones de las soluciones de los suelos salinos, salino-sódicos y sódicos están directamente relacionados con las presiones osmóticas que generan estas soluciones, en cambio, las relaciones aniónicas de las soluciones salinas expresan una toxicidad relativa de estas soluciones en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, para nuestro caso, del frijol y del maíz.

En este trabajo se analizaron las dependencias del porcentaje de germinación en términos de su emergencia con respecto al efecto de diferentes concentraciones salinas de diferentes sales y tipos de salinidad. Los tipos de sales son las que eventualmente se encuentran en las capas superiores de los suelos debido a procesos de ascensión capilar y los tipos de salinidad son los que predominan en los espesores subyacentes de los diferentes tipos de suelos salinos.

#### 9.4.- PORCENTAJES DE EMERGENCIA DEL FRIJOL

A partir de los datos de días de emergencia como variable dependiente (cuadros A5-A15) se calibró el modelo líneal para las ecuaciones que muestran los cuadros A16-A26 considerando como variable independiente la CE. Se tomaron en cuenta solo los cultivos que presentaron el 70% de emergencia.

Para comparar los resultados de los diversos porcentajes de germinación de las variedades de frijol, debido a los efectos de las diferentes sales se considero, como un óptimo nivel de germinación el 70% de emergencia de la totalidad de las plántulas que se experimentaron en estos estudios de germinación.

##### FRIJOL NEGRO BOLA (FNB)

Frijol negro bola de la zona alta (Lomerfós de la Cuenca del Valle de México). En la fig.(No. 10) se presentan los porcentajes de germinación del frijol negro bola durante la aplicación de diferentes concentraciones de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), sulfato de magnesio ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Esta variedad fue más afectada por el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y el  $\text{MgSO}_4$  ya que retardaron la emergencia para todas las concentraciones, estas semillas respondieron mejor al  $\text{CaCl}_2$  en las concentraciones C2, C3 y C4 alcanzando más del 70% de emergencia. Según la prueba estadística sólo presenta diferencias significativas el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  presentando la menor media (0.6 semillas germinadas), las demás sales tienen un efecto similar en la emergencia de las plántulas. La concentraciones C5 y C6 causaron una reducción marcada para esta variable.

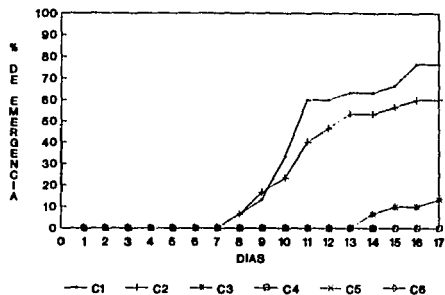
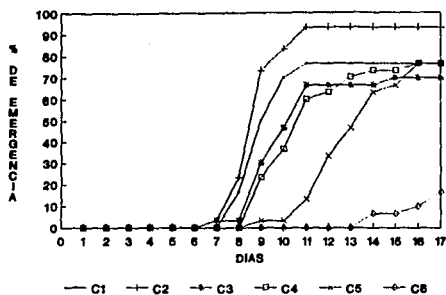
En el apéndice A (cuadro No. 1) se presentan los días necesarios que se requirieron para alcanzar un 70% de germinación (I) en alguna de las concentraciones en todos los tipos de sales puras, en los cuales aproximadamente a los 9 y 10 días se alcanzó un 70% de emergencia en alguna concentración, en cambio el intervalo (R) en que las demás concentraciones alcanzaron el 70% de emergencia varió con el tipo de sal. Por



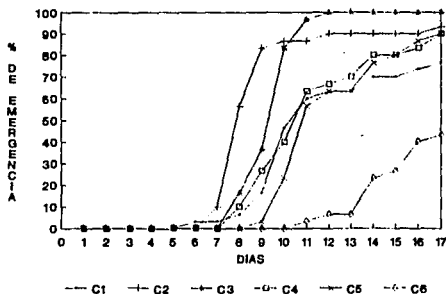
SULFATO DE SODIO

FRIJOL NEGRO BOLA

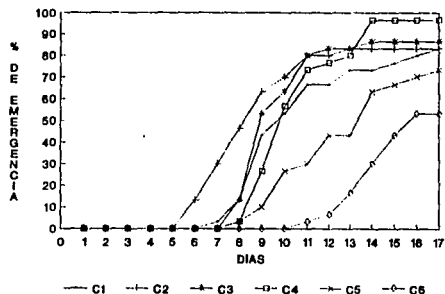
CARBONATO DE SODIO



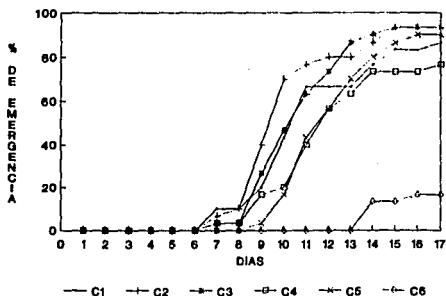
CLORURO DE MAGNESIO



SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO



CLORURO DE CALCIO

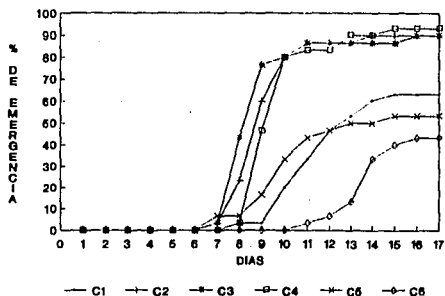
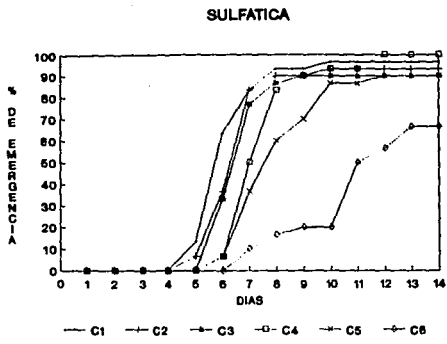
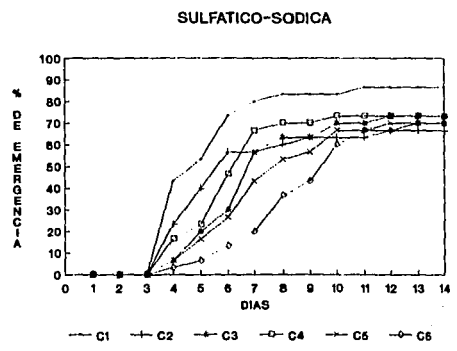
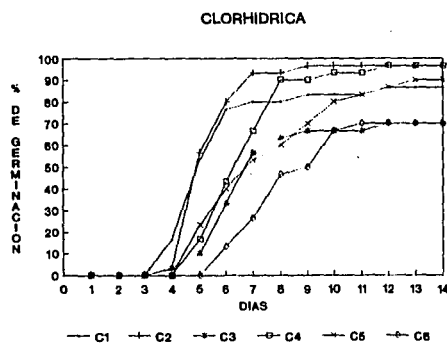
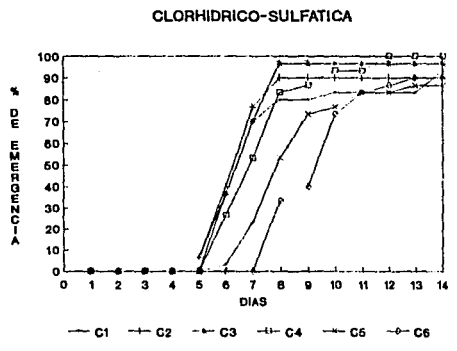
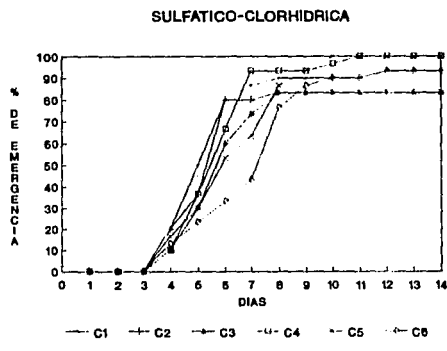


FIG.10 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL FNB



## FRIJOL NEGRO BOLA



**FIG.11 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL FNB**

ejemplo, si comparamos el efecto del sulfato de sodio y del sulfato de magnesio, el primero en las concentraciones C2, C3 y C4 favorece que se tenga una más rápida emergencia; en cambio en estas mismas concentraciones, el sulfato de magnesio retarda el proceso. Si comparamos los cloruros de sodio, magnesio y calcio para alcanzar el 70% de emergencia, se nota que el primero retrasa el proceso. En cambio el intervalo (R) en que las demás concentraciones alcanzan el 70% de emergencia para el cloruro de calcio es 1.0 día (C2, C3 y C4), para el cloruro de sodio es de 3.5 días excepto la C6 y para el cloruro de magnesio es de 5.5 días excepto la C6.

En la fig (No. 11) se presentan los porcentajes de germinación del frijol negro bola durante la aplicación de diferentes concentraciones de los tipos de salinidad; sulfática, sulfático-clorhídrica, clorhídrico-sulfática, clorhídrica y sulfático-sódica.

Para este frijol en las mezclas de sales se alcanzó un 70% de emergencia en todas las concentraciones excepto la C6 en la salinidad sulfática. La prueba de Tukey en la que se considera porcentaje de emergencia obtenido, muestra que en la mezcla clorhídrica y en la sulfático-clorhídrica no se obtienen diferencias significativas y resultan ser las salinidades menos perjudiciales. Con base al apéndice A cuadro (No. 2), donde se presentan los días necesarios que se requirieron para alcanzar un 70% de emergencia (I) y el intervalo (R) en que las demás concentraciones se alcanzó el 70% de emergencia, se observa que la salinidad sulfático-clorhídrica es la salinidad que más favorece la emergencia, logrando en un intervalo de 2.5 días después de que el testigo logró el 70% de emergencia que todas las concentraciones alcancen este porcentaje. La salinidad sulfático-sódica es en la que presentan los más bajos porcentajes de emergencia, aunque se logra el 70% para todas las concentraciones en un intervalo de 6.5 días, la salinidad clorhídrico-sulfática y la sulfática presentan un comportamiento similar en el que en un intervalo de tres días todas las macetas presentaron el 70% de emergencia.

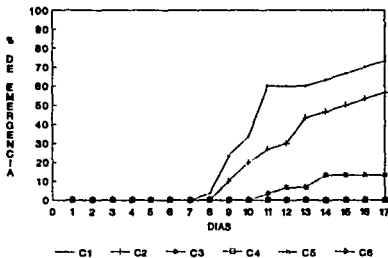
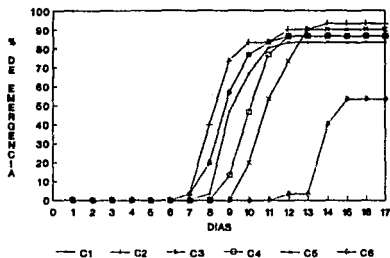
#### **FRIJOL ENREDADOR AMARILLO (FEA)**

Frijol enredador amarillo de la zona alta (Lomeríos de la Cuenca del Valle de México). En la fig. (No. 12) se presentan los porcentajes de germinación del frijol enredador amarillo durante la aplicación de diferentes concentraciones de las sales puras.

## FRIJOL ENREDADOR AMARILLO

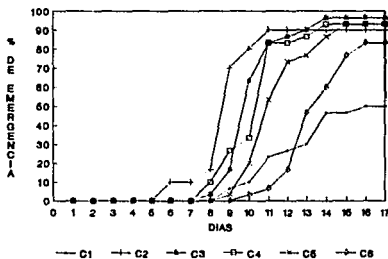
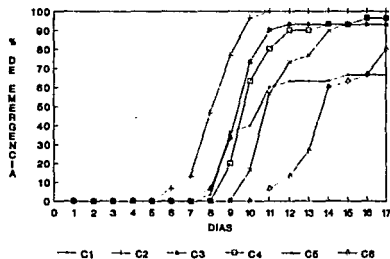
SULFATO DE SODIO

CARBONATO DE SODIO



CLORURO DE MAGNESIO

SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO

CLORURO DE CALCIO

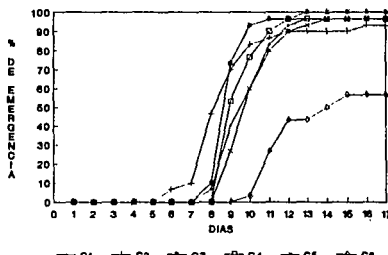
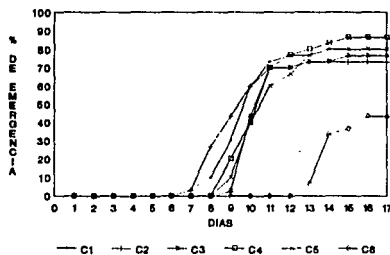
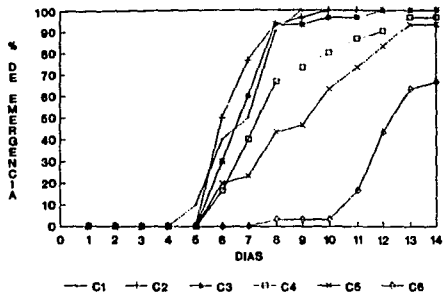


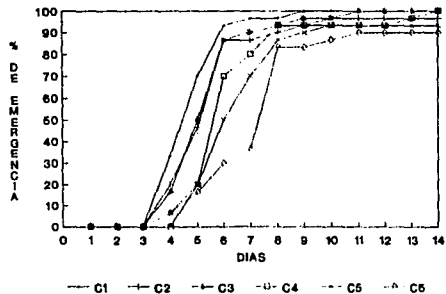
FIG.12 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL FEA

# FRIJOL ENREDADOR AMARILLO

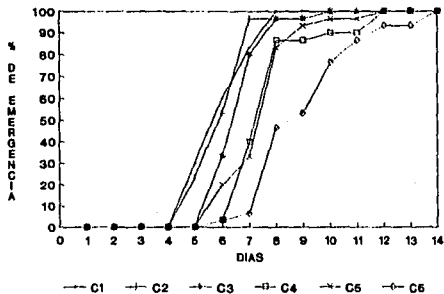
## SULFATICA



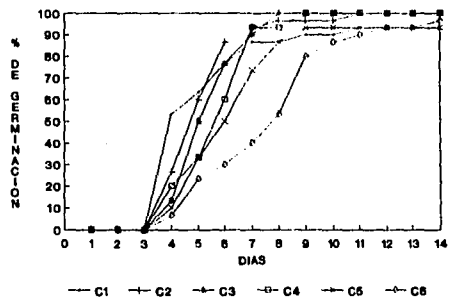
## SULFATICO-CLORHIDRICA



## CLORHIDRICO-SULFATICA



## CLORHIDRICA



## SULFATICO-SODICA

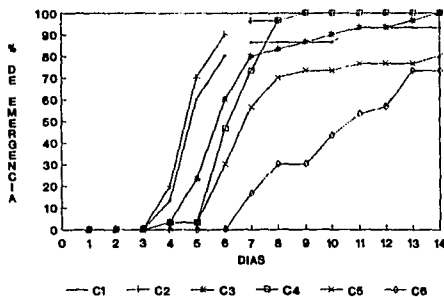


FIG.13 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL FEA

La sal más favorable resulto ser el  $\text{CaCl}_2$ , y la más dañina el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Esta variedad se retarda en la emergencia entre los 9 y 12 días para obtener el 70% en la mayoría de las concentraciones, sin embargo obtuvo los más altos porcentajes de emergencia. El resultado del análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas, excepto para el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y para la concentración C6.

En el apendice A (cuadro No. 1) se presentan los días necesarios que se requirieron para alcanzar un 70% de emergencia y los intervalos en que las demás concentraciones alcanzaron el 70% de emergencia. Si comparamos el sulfato de sodio y el sulfato de magnesio en sus efectos sobre el proceso emergente, se observa que el sulfato de sodio, en las concentraciones C2, C3, C4 y C5, favorece una emergencia más rápida, en cambio, el sulfato de magnesio la retrasa. Para alcanzar el 70% de emergencia se requirieron aproximadamente 9.0 días, para el caso del sulfato de sodio y de magnesio, el intervalo necesario para que las demás concentraciones alcanzaran el 70% fué de 3.0 días para el sulfato de sodio y de 5.5 días para el sulfato de magnesio.

Si comparamos los cloruros de magnesio, sodio y calcio, se observa que el cloruro de sodio retrasa la emergencia, el 70% de emergencia se logra a los 10.5 días, en cambio en el cloruro de calcio y magnesio se inicia a los 9.0 días. Los intervalos en que las demás concentraciones alcanzan el 70% se muestran como sigue: Para el cloruro de magnesio fué de 3.0, cloruro de sodio 1.0 y para el cloruro de calcio de 1.5 días.

En la fig. (No. 13) se presentan los porcentajes de germinación del frijol enredador amarillo durante la aplicación de diferentes concentraciones de los tipos de salinidad.

El tipo de salinidad que más favoreció la emergencia de este genotipo es la sulfático-clorhídrica, iniciando la emergencia al 3er día después de la siembra en todas las concentraciones excepto en la C6 logrando un 70% de emergencia en un intervalo 2.5 días apendice A (cuadro No. 2).

La salinidad clorhídrica no presenta diferencias significativas con la sulfático-clorhídrica ya que se muestra el mismo comportamiento en el número de semillas germinadas. Se observa que para los cinco tipos de salinidad esta variedad alcanza el 70% de emergencia en todos los tratamientos excepto para la concentración C6 en la salinidad

sulfática, por lo que la prueba estadística señala a este tipo de sal con diferencias significativas. La salinidad clorhídrico-sulfática y sulfático-sódica no muestran diferencias significativas en la prueba de Tukey, sin embargo en la fig (13), se observa que la salinidad sulfático-sódica es la más tóxica para este frijol el cual tarda hasta 8.0 días de intervalo para que en todos los tratamientos se logre un 70% de emergencia.

#### FRIJOL AYOCOTE (FA)

Frijol ayocote de la zona alta (Lomeríos de la Cuenca del Valle de México). En la fig (No. 14) se presentan los porcentajes de germinación del frijol ayocote durante la aplicación de diferentes concentraciones de salinidad.

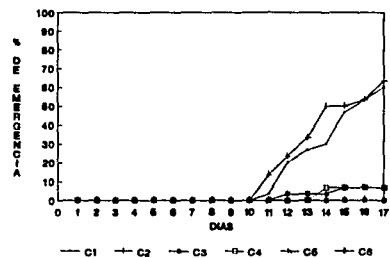
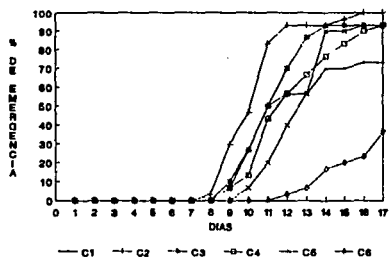
En el cuadro (No.1) del apéndice A se presentan los días necesarios que se requirieron para alcanzar un 70% de emergencia y los intervalos en que las demás concentraciones alcanzaron el 70% de emergencia. Si comparamos el sulfato de sodio y el sulfato de magnesio sobre el proceso de emergencia del frijol ayocote, se observa que retrasan la germinación, sin embargo cuando se comparan las concentraciones C1 (agua destilada) con C2, C3, C4 y C5 es notable que la concentración C1 tuvo el mayor retraso. En el caso del frijol ayocote, el sulfato de sodio favoreció el desarrollo de una mayor germinación en todas las concentraciones a excepción de la concentración C1. Ahora, si comparamos los cloruros de magnesio, de sodio y de calcio; se observa que el cloruro de sodio retrasa más la emergencia. En el cloruro de sodio, el 70% de germinación, se inicia a los 13.0 días, en cambio, el cloruro de calcio y el cloruro de magnesio, el 70% de emergencia se inicia a los 9.5 días.

Para esta variedad las sales de NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub> y MgSO<sub>4</sub> no presentan diferencia significativa ya que muestran el mismo comportamiento, el CaCl<sub>2</sub> fue la sal que tuvo el mayor número de semillas germinadas con una media de 3.2, el NaCl resulto muy desfavorable con una media de 1.9, el Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> mostro diferencias muy significativas al presentar una media de 0.6 semillas germinadas. La concentración C2 presentó mejor respuesta al mostrar una media de 4.2, mientras que la concentración C6 es la más dañina ya que su media fue de 0.7 semillas germinadas.

# FRIJOL AYOCOTE

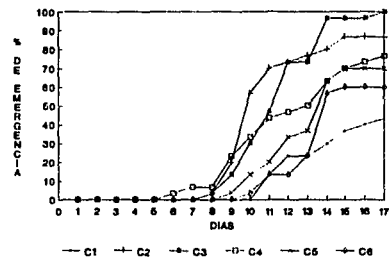
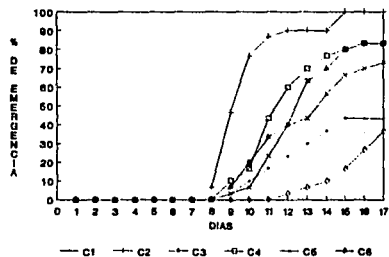
SULFATO DE SODIO

CARBONATO DE SODIO



CLORURO DE MAGNESIO

SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO

CLORURO DE CALCIO

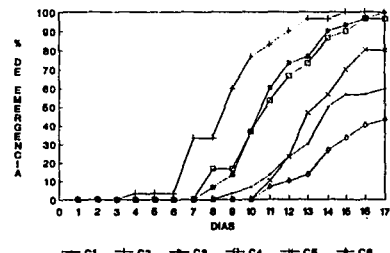
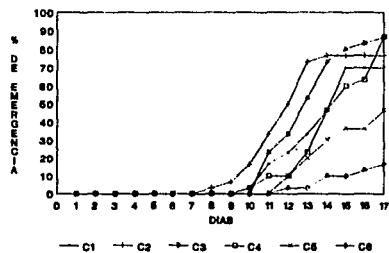
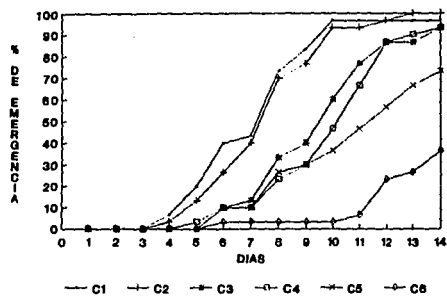


FIG. 14 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL FA

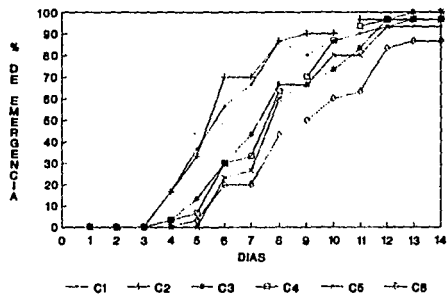


SULFATICA

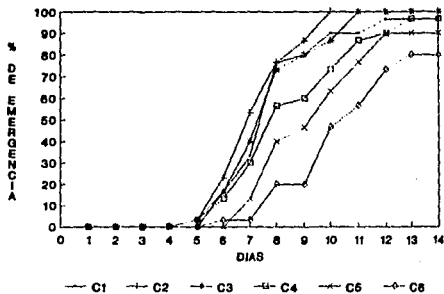


FRIJOL AYOCOTE

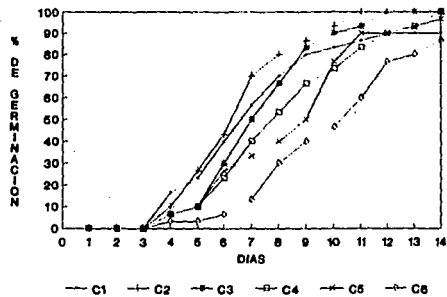
SULFATICO-CLORHIDRICA



CLORHIDRICO-SULFATICA



CLORHIDRICA



SULFATICO-SODICA

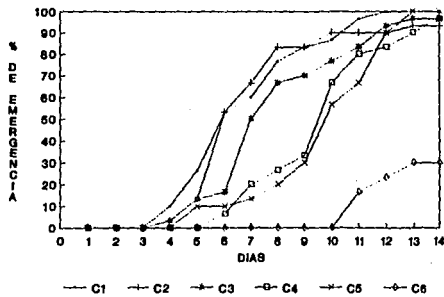


FIG.15 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL FA

Esta especie presentó la respuesta más desfavorable frente a todas las sales y tratamientos, al encontrar el 70% de germinación para la concentración C2, C3 y C4 entre los 10 y 14 días, el resto de las concentraciones regularmente no alcanzaron este % de emergencia.

En la fig. (No. 15) se presentan los porcentajes de germinación del frijol ayocote en presencia de los tipos de salinidad.

Existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de salinidad, se tiene que la mezcla sulfático-clorhídrica es más favorable, ya que esta variedad presenta la media más alta con 5.7 semillas germinadas. En la salinidad clorhídrico-sulfática y en la sulfática-sódica no se presentan diferencias significativas, si observamos la fig. (No. 15) y cuadro (No. 2) del apéndice A vemos que en ambas mezclas se presenta el mismo intervalo (4.0 días) para que en la mayoría de los tratamientos se logre el 70% de emergencia a excepción de la concentración C6 de la salinidad sulfático-sódica. La salinidad más tóxica es la sulfática ya que en esta se presenta la media más baja en el número de semillas germinadas (3.7). Si observamos detenidamente los gráficos de la salinidad clorhídrica y clorhídrico-sulfática se observa que las semillas presentan un comportamiento muy similar, se logra en la mayoría de las concentraciones el 70% de emergencia. La concentración en la que se observó mejor respuesta es la C2 y la más perjudicial la C6.

### FRIJOL BAYO (FB)

Frijol Bayo de la zona baja (Zona lacustre del ex-lago de Texcoco). En la fig. (No. 16) se presentan los porcentajes de germinación del frijol bayo durante la aplicación de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), sulfato de magnesio ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Si se comparan los efectos de los cloruros de sodio, magnesio y calcio se observa que el primero retarda más la germinación y que dos concentraciones no alcanzan el 70% de emergencia. El cloruro de magnesio manifiesta un efecto benéfico durante el proceso

de germinación ya que las concentraciones C2, C3 y C4 alcanzan un 70% de emergencia. La concentración C1, que corresponde al agua destilada no alcanza un 70% de emergencia y la concentración C6 solo un 30%.

En el cuadro (No. 1) del apéndice A se presenta el número de días en el que se alcanzó el 70% de emergencia, después de la siembra, en cualquiera de las concentraciones de cualquier tipo de sales puras y los días necesarios para que se alcanzara el 70% de emergencia en las demás concentraciones de todos los tipos de sales puras.

El inicio de la emergencia, en un 70%, se dio para todos los tipos de sales aproximadamente a entre 8.0 y 11.5 días, sin embargo para que se alcanzara un 70% de emergencia en otras concentraciones se requirió un desde 1.0 hasta 7.5 días.

En general, para el frijol bayo, los sulfatos retardan la germinación y emergencia más que las sales de cloro. Los sulfatos de magnesio son los que retardan más ambos procesos.

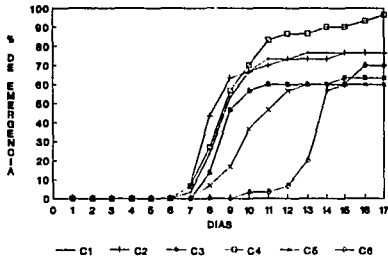
Se encontró también que la sal más favorable para este cultivo es el  $\text{CaCl}_2$ , ya que presenta el mayor número de semillas germinadas. Según la prueba de Tukey las sales

de  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y  $\text{MgCl}_2$  no mostraron diferencias estadísticas significativas en el valor de sus medias, mientras que el  $\text{NaCl}$  y el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sí muestran diferencias significativas siendo el carbonato de sodio la sal más tóxica para este cultivo. Comparando las concentraciones se tiene que en la C2 es en donde se encuentra el mayor número de plántulas emergidas, demostrando con ello que esta concentración de solutos es la adecuada para obtener altos porcentajes de germinación, la concentración C6 es la más perjudicial, las concentraciones C3, C4 y C5 no mostraron diferencias significativas y quedan con una media entre la C2 y C6.

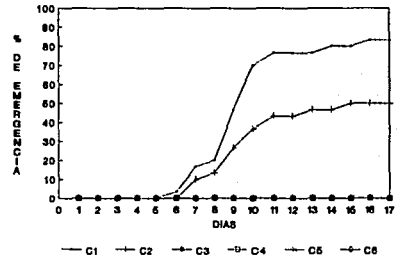
En la fig. (No. 17) se muestra la respuesta del frijol bayo frente a los tipos de salinidad. Se observa que en la salinidad sulfático-clorhídrica se tiene la mejor respuesta, esto está apoyado en la prueba de Tukey, ya que en este tipo de salinidad se presentó la mejor media con 7.3 semillas germinadas. En la salinidad clorhídrica y

# FRIJOL BAYO

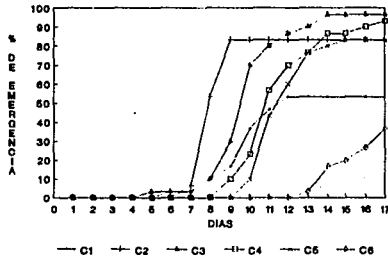
SULFATO DE SODIO



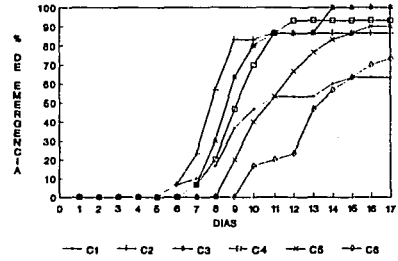
CARBONATO DE SODIO



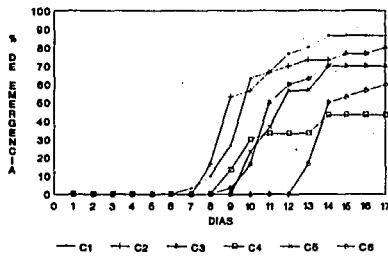
CLORURO DE MAGNESIO



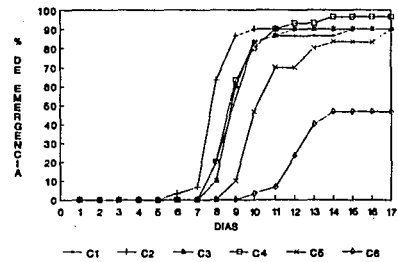
SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO



CLORURO DE CALCIO



**FIG. 16 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL FB**

# FRIJOL BAYO

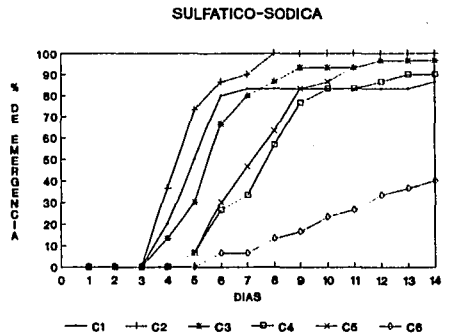
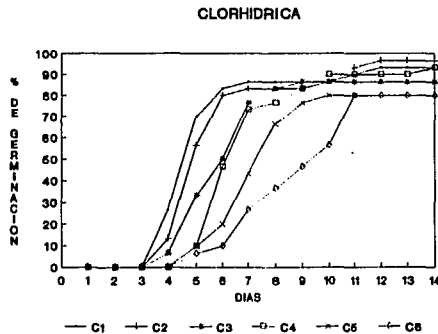
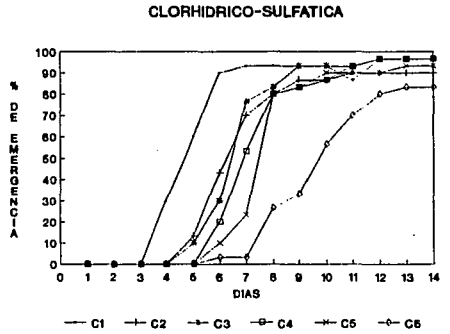
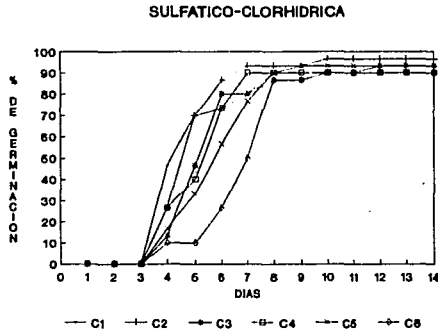
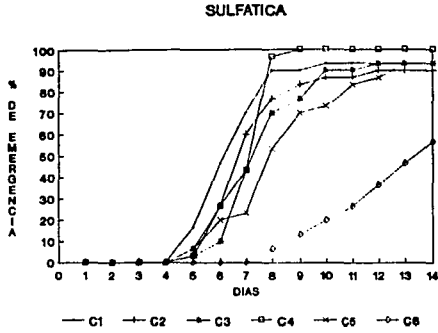


FIG. 17 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL FB

clorhídrico-sulfática no se presentan diferencias significativas obteniendo en el mismo intervalo de tiempo cuadro (No.2) del apéndice A, el 70% o más de emergencia para todas las concentraciones. En la salinidad sulfática y sulfático-sódica se presentan diferencias significativas, la primera resulta ser más tóxica para este cultivo, en ambas la concentración C6 es en la que se presenta el menor número de plántulas, la C2 es la más favorable.

### FRIJOL NEGRO (FN)

Frijol negro de la zona baja (Zona lacustre del ex-lago de Texcoco). En la fig. (No. 18) se presentan los porcentajes de emergencia del frijol negro durante la aplicación de las sales puras.

Esta variedad resultó ser la que respondió mejor a todas las sales, pues para las seis sales excepto el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , todos los tratamientos alcanzaron un 70% o más de emergencia, se observa que a excepción de la concentración C6, todas las demás concentraciones alcanzaron un 85% ó más de emergencia. El 70% de emergencia para estas concentraciones se alcanzan entre los 5 y 8 días después de la siembra, esta especie también tuvo una respuesta más favorable frente al carbonato de sodio.

Se encontró que la concentración C2 alcanzó el 70% de brotes aproximadamente a los 5 días, obteniéndose un 100% a los 8 días. No existen diferencias significativas entre sales y tratamientos a excepción del carbonato de sodio donde se obtuvo el menor promedio de emergencia. Cabe mencionar que para todas las sales la concentración C6 presenta diferencias significativas.

Si se comparan los efectos del cloruro de sodio, cloruro de magnesio y del cloruro de calcio, en el proceso de la emergencia, se observa que el cloruro de magnesio es el que retarda más la emergencia. Al comparar los sulfatos de sodio y de magnesio encontramos que, el sulfato de magnesio es el que retarda más éste proceso.

En el cuadro (No. 1) del apéndice A se presentan los días necesarios que se requirieron para alcanzar un 70% de emergencia en algunas de las concentraciones y los intervalos que las demás concentraciones alcanzaron el 70.0% de emergencia. En los sulfatos

# FRIJOL NEGRO

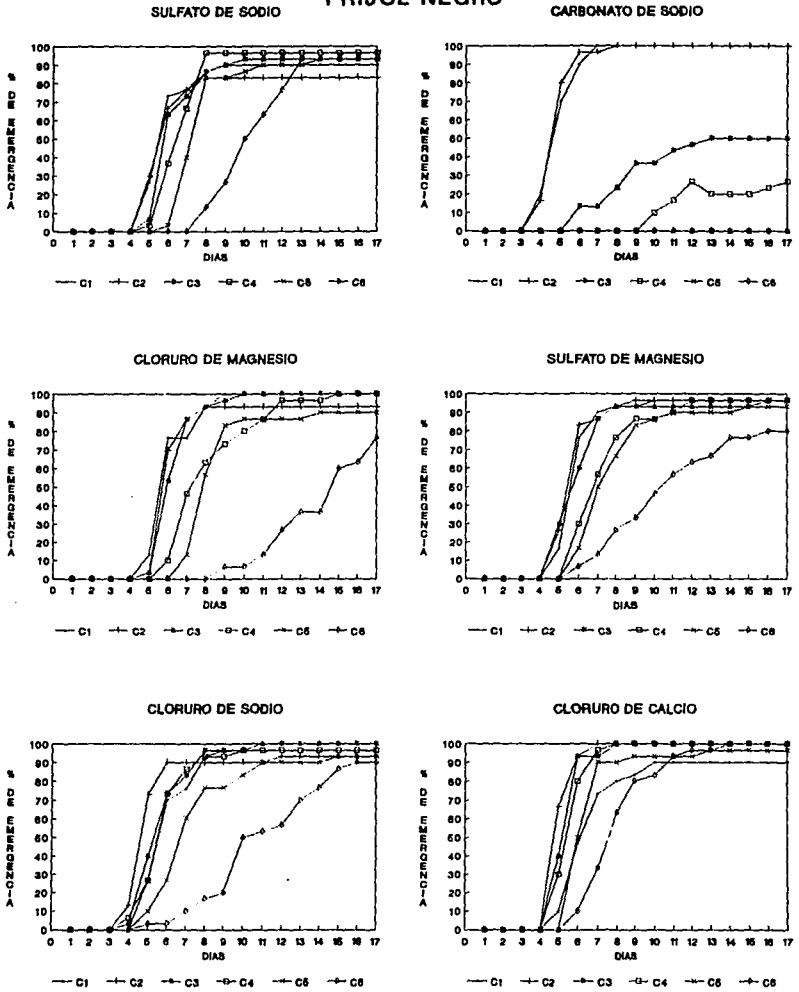
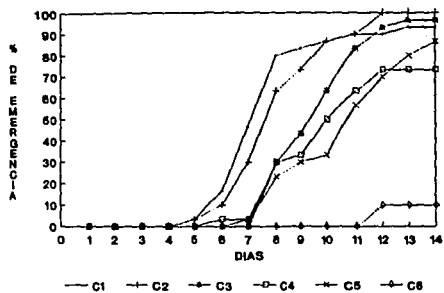


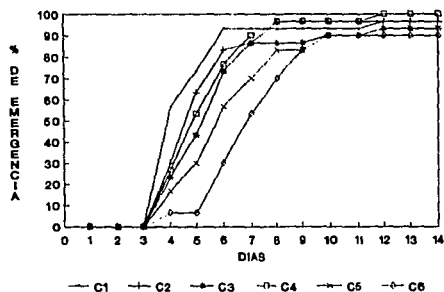
FIG. 18 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL FN

SULFATICA

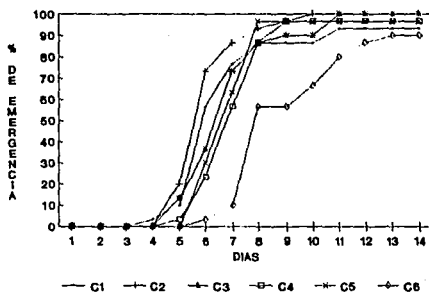


FRIJOL NEGRO

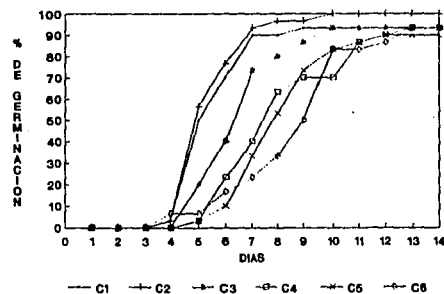
SULFATICO-CLORHIDRICA



CLORHIDRICO-SULFATICA



CLORHIDRICA



SULFATICO-SODICA

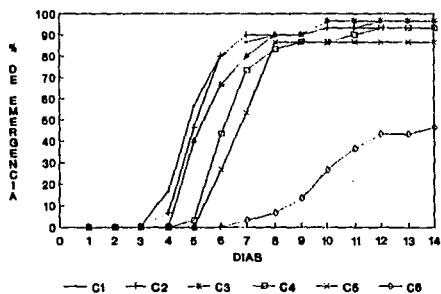


FIG. 19 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL FN



de sodio y de magnesio este intervalo varió de 5.5-7.5 días, y en el caso de los cloruros de sodio, de magnesio y de calcio este intervalo varió de 3.5-13.0 días. De acuerdo con la fig. (No.18), el cloruro de calcio es el que menos retrasa la emergencia en las concentraciones experimentadas. En cambio si se comparan las sales de magnesio: cloruro de magnesio y sulfato de magnesio; el cloruro de magnesio perjudica más la emergencia. Ahora si comparamos el sulfato de sodio y el cloruro de sodio; el cloruro de sodio retrasa más este proceso.

En la fig. (No. 19) se presentan los porcentajes de germinación del frijol negro para la salinidad cualitativa.

Se observa que la sulfático-clorhídrica es la más favorable para este genotipo ya que en un intervalo de 3.5 días en todos los tratamientos se alcanzó el 70% de emergencia. En la salinidad clorhídrica y clorhídrico-sulfática se presenta una respuesta similar logrando esta variedad el porcentaje propuesto en todas las concentraciones. En la salinidad sulfática se retarda más el proceso de emergencia y en la concentración C6 nunca se logra un buen porcentaje. En la prueba de Tukey donde se considera hasta el

100% de emergencia, los tipos de salinidad presentan diferencias significativas, así la salinidad sulfático-clorhídrica la clorhídrica y sulfático-sódica no presentan diferencias significativas obteniéndose la misma media 6.0 semillas germinadas. La clorhídrico-sulfática y la sulfática son semejantes con una media de 5.5 a 5.0 plántulas emergidas. Entre concentraciones no se presentan diferencias significativas, en la mayoría se alcanza más del 90% de emergencia excepto para la C6.

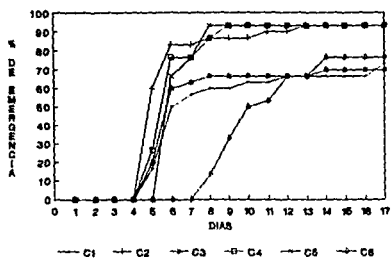
#### FRIJOL ALUBIA (FAL)

Frijol alubia de la zona baja (Zona lacustre del ex-lago de Texcoco). En la fig. (No. 20) se presentan los porcentajes de germinación del frijol alubia durante la aplicación de las distintas sales.

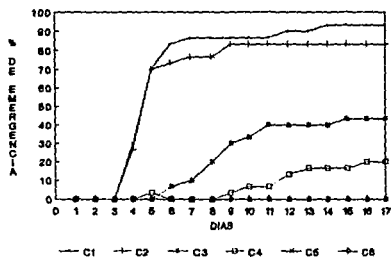
En el cuadro (No. 1) del apéndice A se presentan los días necesarios que se requirieron para alcanzar un 70% de emergencia y los intervalos en que las demás concentraciones

# FRIJOL ALUBIA

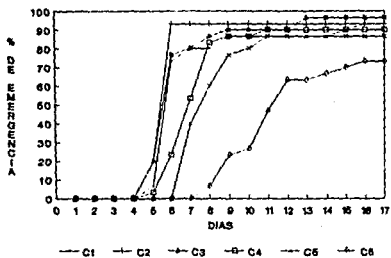
SULFATO DE SODIO



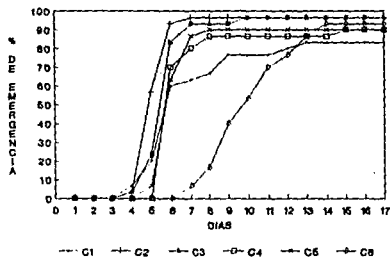
CARBONATO DE SODIO



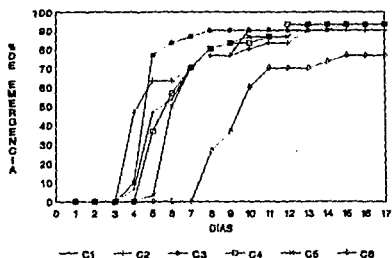
COLORURO DE MAGNESIO



SULFATO DE MAGNESIO



COLORURO DE SODIO



COLORURO DE CALCIO

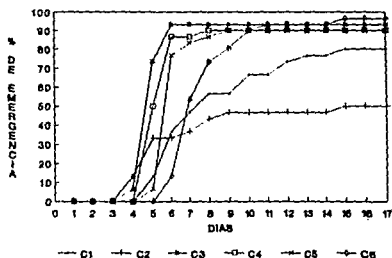
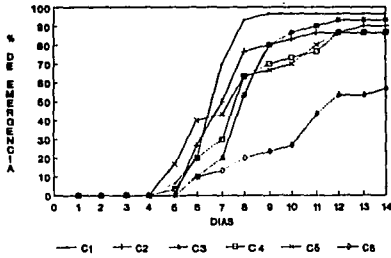


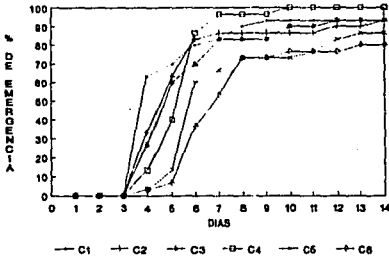
FIG.20 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL FAL

SULFATICA

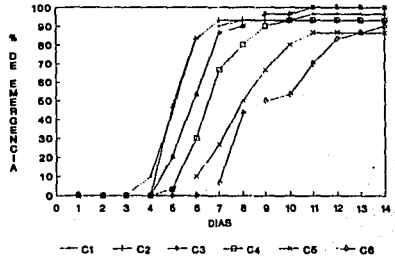


FRIJOL ALUBIA

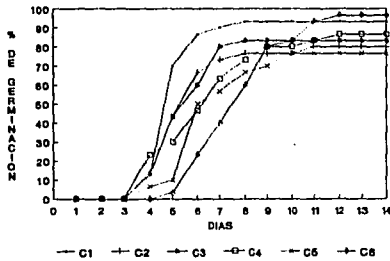
SULFATICO-CLORHIDRICA



CLORHIDRICO-SULFATICA



CLORHIDRICA



SULFATICO-SODICA

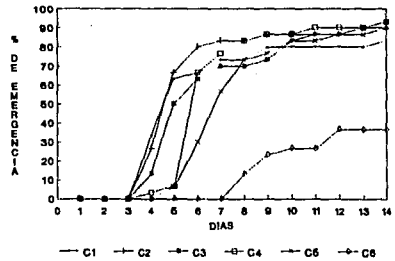


FIG.21 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL FAL

alcanzaron el 70.0% de emergencia. Si comparamos el sulfato de sodio y el sulfato de magnesio, el inicio de la germinación en un 70%, se dió, en ambas sales, a las 5.5 días después de haberse sembrado las semillas, sin embargo, el intervalo para que las demás concentraciones alcanzaran el 70% de germinación fué de 6.0-11.0 días, observando un mayor retraso para lograr el 70% de germinación en el sulfato de sodio. Si comparamos el cloruro de magnesio, sodio y de calcio el 70% de emergencia se inicia a los 5.0-5.5 días, mientras que el intervalo requerido para estas sales varía de 9.5, 8.0 y 6.5 días respectivamente. El cloruro de magnesio retrasa más la emergencia.

Para esta variedad la sal de  $MgSO_4$  resulto la más favorable en la emergencia de plántulas, mostrando un intervalo de 6.0 días para obtener un 70% en todas las concentraciones. Entre las sales más desfavorables estan el sulfato de sodio con un intervalo de 11.0 días para alcanzar el 70% de emergencia para todas sus concentraciones y el carbonato de sodio ya que unicamente la C2 alcanzo ese porcentaje.

Estadísticamente esta variedad no presenta diferencias significativas en ninguna de las sales excepto el  $Na_2CO_3$  que presento diferencias muy marcadas al obtener la media más baja en el número de semillas germinadas.

En general las variedades criollas de frijol que se han cultivado por varios años en lugares con problemas de salinidad, aquí mostraron cierta adaptación respondiendo mejor a las concentraciones salinas empleadas con 3 ó 4 días para iniciar su emergencia, en cambio las variedades sembradas en suelos no salinos iniciaron su emergencia al 5-6 día después de haber sido sembradas, esto es, dos días después por lo tanto resultaron ser menos tolerantes. El  $Na_2CO_3$  es la sal que resulto más tóxica para los seis genotipos y el  $CaCl_2$  la sal más favorable.

En la fig. (No. 21) se presentan los porcentajes de germinación del frijol alubia con respecto a los tipos de salinidad.

Nuevamente la sulfático-clorhídrica es en la que las semillas presentaron el más alto porcentaje de emergencia de plántulas, también en la salinidad sulfático-sódica se tiene

una respuesta benéfica para los primeros cinco tratamientos ya que en la concentración C6 nunca se logra el porcentaje propuesto. En el cuadro (No.2) del apéndice A se observa que en las salinidades sulfática, sulfático-clorhídrica y sulfático-sódica se presenta el mismo intervalo de tiempo para lograr el 70% de emergencia (3.0 días), aunque en la sulfática este intervalo se logra hasta el décimo día y en sulfático-sódica hasta el día octavo ambas para el tratamiento C5. Estadísticamente los tipos de salinidad presentan diferencias significativas encontrándose que la sulfático-clorhídrica es la más favorable con 7.0 semillas germinadas y la más tóxica la sulfática con una media de 4.8 semillas germinadas.

Para las variedades de frijol tanto de zonas altas como de zonas bajas el tipo de salinidad que más favoreció el proceso de la emergencia es la sulfático-clorhídrica ya que esta muestra los valores más altos en sus medias, mientras que la más perjudicial resultó ser la salinidad sulfática y la sulfático-sódica presentando la media más baja para todos los genotipos durante los 14 días que duró el experimento.

#### 9.5.- PORCENTAJES DE EMERGENCIA DEL MAÍZ

Para comparar los resultados de los diversos porcentajes de germinación de las variedades de maíz, debido a los efectos de las diferentes sales se considero, como un óptimo nivel de germinación el 70% de emergencia de la totalidad de las plántulas que se experimentaron en estos estudios de germinación.

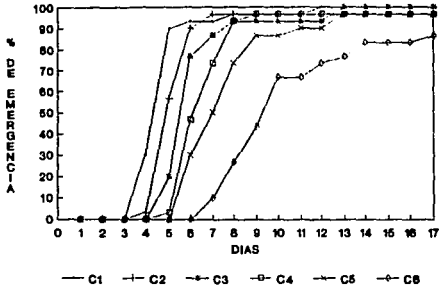
#### MAÍZ CHITOCLE (MCH)

Maíz chitocle de la zona alta (Lomeríos de la Cuenca del Valle de México). En la fig. (No. 22) se presentan los porcentajes de emergencia del maíz chitocle al tratarlo con las concentraciones variables de sales puras.

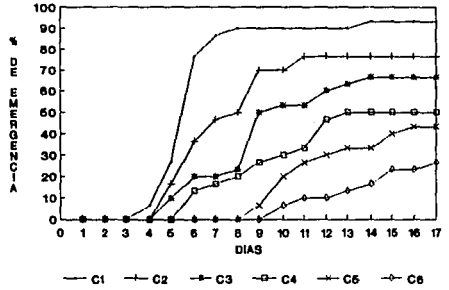
Se observó para esta variedad, que la sal más favorable para este proceso fue el sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ) ya que únicamente requirió de 6 a 8 días para que todas las concentraciones alcanzaran un 70% o más de emergencia.

# MAIZ CHITOCLE

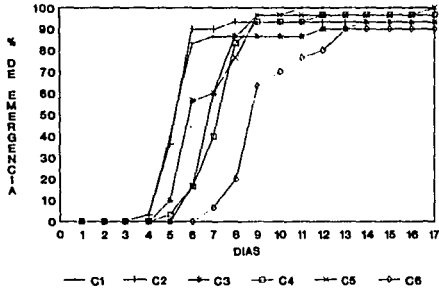
SULFATO DE SODIO



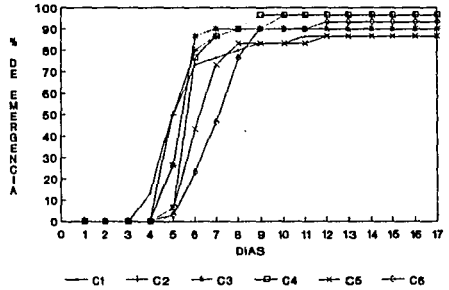
CARBONATO DE SODIO



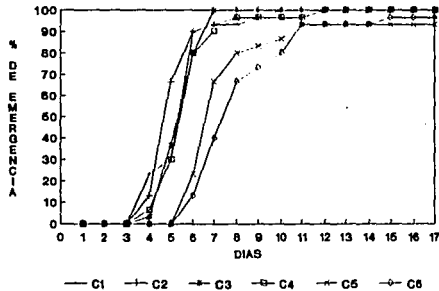
CLORURO DE MAGNESIO



SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO



CLORURO DE CALCIO

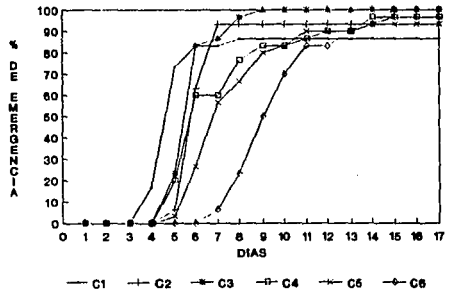
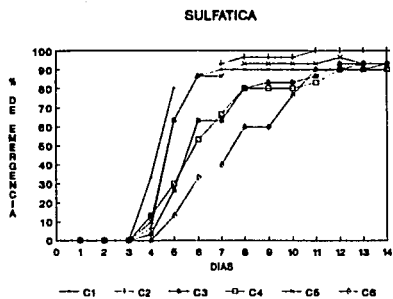
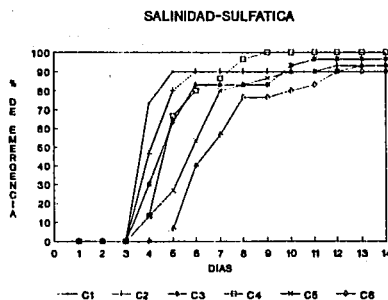
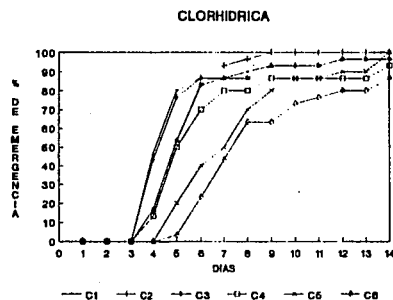
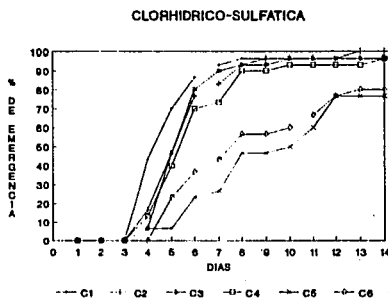
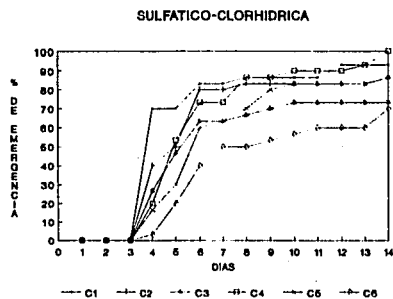


FIG.22 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL MCH



**MAIZ CHITOLE**



**FIG.23 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL MCH**

Con base a la información aportada en el cuadro (No. 3) del apéndice A, al comparar los cloruros de sodio, calcio y magnesio se observa que para este maíz el cloruro de sodio presenta una respuesta más favorable con 3.5 días de intervalo para lograr un 70% de emergencia. El tratamiento más tóxico es para la sal de carbonato de sodio, donde se puede notar que únicamente el testigo y la concentración C2 lograron el 70% de germinación. La prueba estadística muestra que no hubo diferencias significativas para todas las sales excepto para el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , las concentraciones no muestran diferencias significativas excepto la concentración C6 que obtuvo la media más baja.

En la fig. (No. 23) se presentan los porcentajes de germinación del maíz chitocle durante la aplicación de diferentes concentraciones de los tipos de salinidad.

Para este genotipo todas las mezclas de sales en todos los tratamientos lograron el 70% de emergencia. La salinidad en la que hubo mejor respuesta es en la sulfático-sódica presentando un intervalo de 4 días (entre 3.5 y 7.5 días) para presentar el 70% de germinación. En la salinidad sulfática y la clorhídrica se presenta el mismo comportamiento ya que en un intervalo de 5.0 días en ambas salinidades se logra este porcentaje y en los mismo días de inicio en que la primera concentración alcanza el porcentaje propuesto. Las mezclas que más retardan el proceso de la emergencia son la clorhídrico-sulfática y la sulfático-clorhídrica, esta última presentando el intervalo más grande (10.0 días) para lograr el porcentaje de 70 semillas emergidas en todas las concentraciones. En la prueba de Tukey que considera más del 70% de emergencia para esta variedad, no presenta diferencias significativas para ninguno de los tipos de salinidad. En los tratamientos se presentan diferencias significativas a medida que aumenta la concentración, encontrándose mayor daño en las concentraciones más altas.

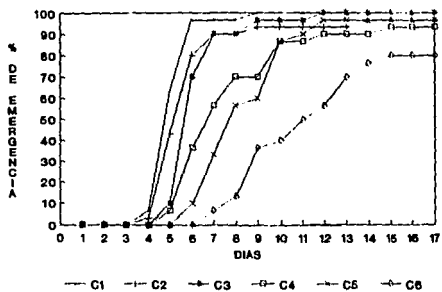
#### MAÍZ AMARILLO (MA)

Maíz amarillo de la zona alta (Lomeríos de la Cuenca del Valle de México). En la fig. (No. 24) se presentan los porcentajes de germinación del maíz amarillo durante la aplicación de diferentes concentraciones salinas.

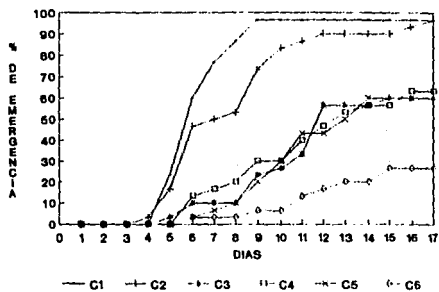


# MAIZ AMARILLO

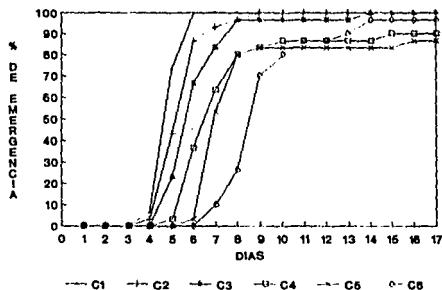
SULFATO DE SODIO



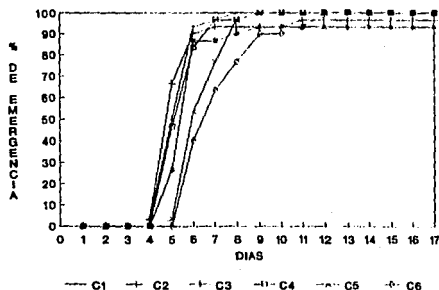
CARBONATO DE SODIO



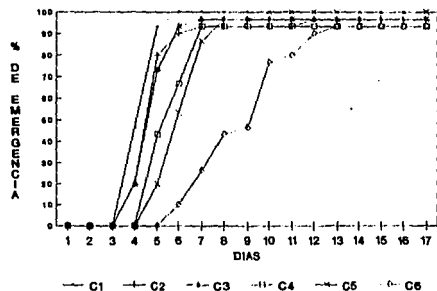
CLORURO DE MAGNESIO



SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO



CLORURO DE CALCIO

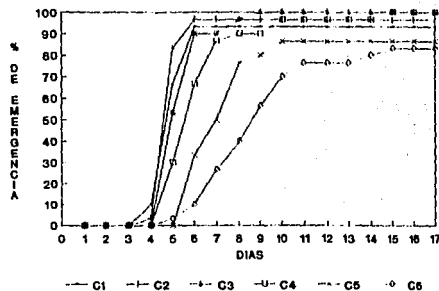


FIG. 24 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL MA

# MAIZ AMARILLO

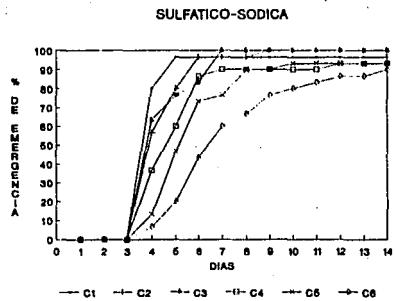
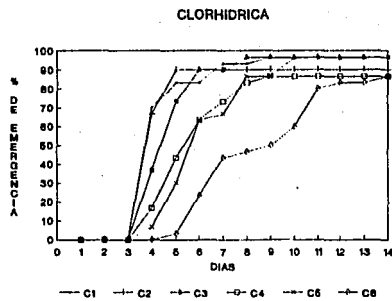
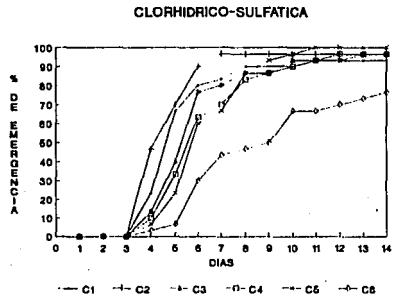
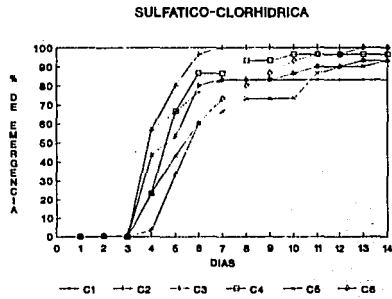
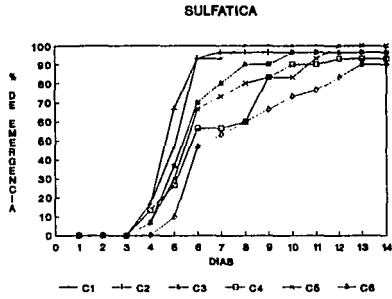


FIG. 25 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL MA

Esta variedad en presencia de sulfato de magnesio respondió favorablemente, ya que sólo requirió un intervalo de 2.5 días para que en todas las concentraciones se lograra un 70% de emergencia. El cloruro de sodio y de calcio presentan el mismo intervalo de días (5.5) para alcanzar el 70% de emergencia en todas sus concentraciones. Entre las sales que más afectaron esta variable se encuentra el sulfato de sodio con un intervalo de 8.0 días para lograr un 70% de emergencia en todas sus concentraciones. El  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  es la más tóxica ya que únicamente las concentraciones C1 y C2 lograron el porcentaje de emergencia establecido. Estadísticamente las sales no tuvieron diferencias significativas, el NaCl muestra la media más alta con 7.7 semillas germinadas, le sigue el  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . El  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  es significativamente diferente obteniendo una media de 3.6 semillas emergidas. Las concentraciones presentan diferencias significativas presentando tres grupos: grupo A (C1 y C2) con la media más alta, grupo B (C3 y C4) y grupo C (C5 y C6) con la media más baja. En la fig. (No. 24) se observa el efecto de las seis sales puras en la emergencia del maíz amarillo.

En la fig. (No. 25) se presentan los porcentajes de germinación del maíz amarillo durante la aplicación de diferentes concentraciones de los tipos de salinidad; sulfática, sulfático-clorhídrica, clorhídrico-sulfática, clorhídrica y sulfático-sódica.

En este genotipo para todas las mezclas de sales en todos los tratamientos se logra el 70% de emergencia. En la salinidad sulfático-clorhídrica se presenta la mejor respuesta ya que a partir de 4.5 días y hasta 7.5 días en tan solo un intervalo de 3 días se alcanza el 70% de emergencia para todos los tratamientos. En las salinidades sulfática y sulfático-sódica este porcentaje se logra en el mismo intervalo de tiempo (4.5 días) con la diferencia que esta última lo inicia a los 3.8 días post-emergencia. En las mezclas clorhídrica y clorhídrico-sulfática se presenta el mismo comportamiento no existiendo diferencias significativas con un 95% de confianza.

## MAIZ MORADO (MM)

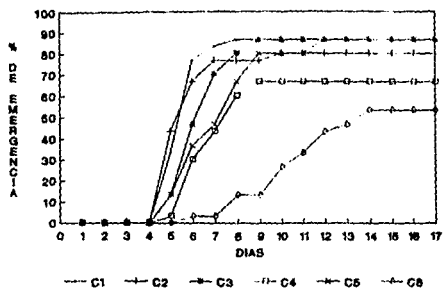
Maíz morado de la zona alta (Lomeríos de la Cuenca del Valle de México). En la fig. (No. 26) se presentan los porcentajes de germinación del maíz morado durante la aplicación de diferentes concentraciones salinas.

La prueba de Tukey muestra que la única sal que tuvo diferencias significativas fué el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , obteniendo la media más baja en el número de semillas germinadas, con respecto a las demás sales las cuales no mostraron diferencias significativas. Comparando las seis concentraciones se tiene que forman tres grupos; grupo A (C1 y C2), grupo B (C3 y C5) y grupo C (C4 y C6) siendo este último grupo altamente significativo por los bajos valores obtenidos en sus medias. Se puede ver en la fig. (No.26) que en la concentración C4 no se logra el 70% de emergencia en cuatro de las sales y en la concentración C6 no se obtiene este porcentaje en ninguna de ellas, demostrando con esto que es una concentración de soluto muy tóxica para el desarrollo de esta variedad.

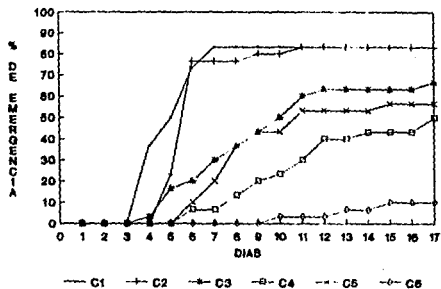
En el cuadro (No. 3) se presenta el número de días que se requirieron para que se alcanzara el 70% de germinación después de la siembra, en cualquiera de las concentraciones de cualquier tipo de sales puras y el rango de días necesarios para que se alcanzara el 70% de germinación en las demás concentraciones de todos los tipos de sales puras. El cloruro de calcio favorece más la emergencia de las plántulas ya que en un intervalo de 2.0 días se logra en todas las concentraciones (excepto para la C6) el 70% de emergencia establecido como criterio óptimo para evaluar la germinación de las especies. En el cloruro y sulfato de magnesio se presenta el mismo intervalo de días (5.5) para que en la mayoría de las concentraciones se alcance el 70% de emergencia de las plántulas después de la siembra, aquí se debe hacer notar que a pesar de presentar el mismo intervalo ambas sales presentan diferencias a lo largo de la emergencia ya que en el sulfato de magnesio se logra dicho intervalo a los 8.7 días, mientras que en el cloruro de magnesio se logra hasta los 11.5 días, demostrando con esto que es más tóxico que el sulfato. En general, en esta variedad de maíz, comparando los cloruros con los sulfatos estos últimos son más benéficos para la emergencia de las plántulas.

# MAIZ MORADO

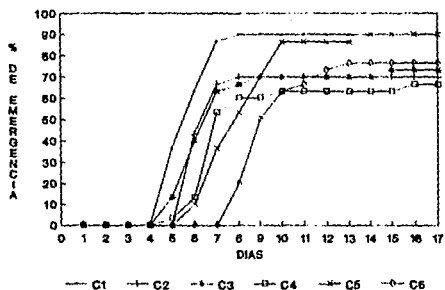
SULFATO DE SODIO



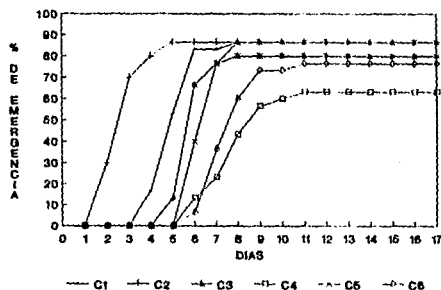
CARBONATO DE SODIO



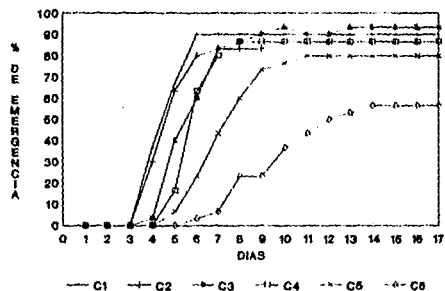
CLORURO DE MAGNESIO



SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO



CLORURO DE CALCIO

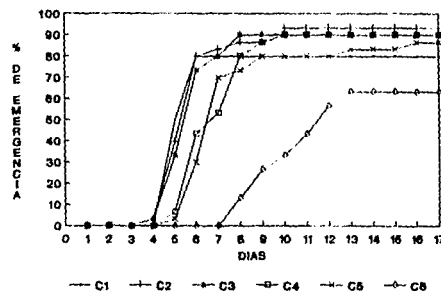
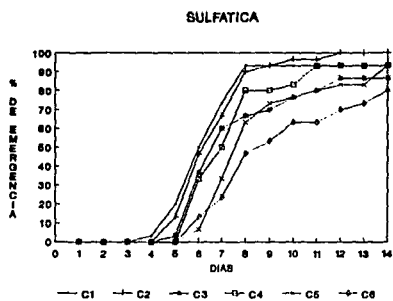
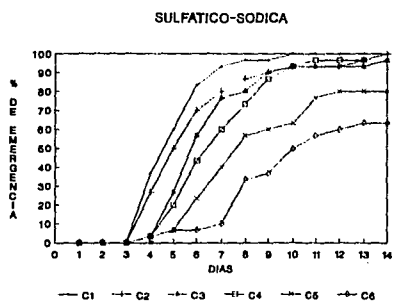
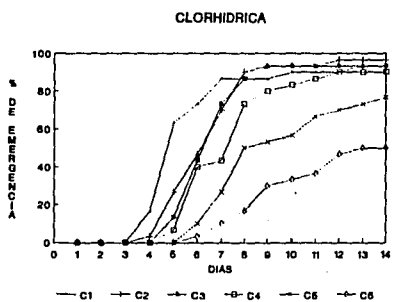
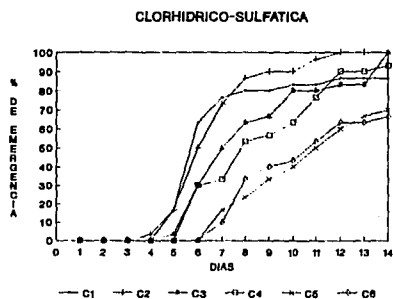
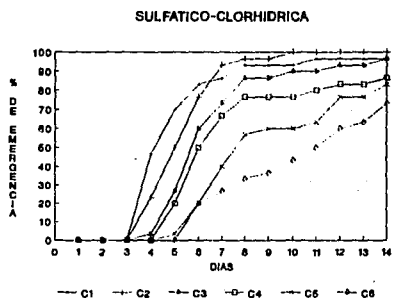


FIG. 26 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL MM



## MAIZ MORADO



**FIG. 27 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL MM**

En la fig. (No. 27) se presentan los porcentajes de germinación del maíz morado durante la aplicación de diferentes concentraciones de los tipos de salinidad.

En este cultivo unicamente los tipos de salinidad sulfática y sulfático-clorhídrica se alcanza el 70% de emergencia para la concentración C6. Es en la salinidad sulfático-sódica en donde se presenta la mejor respuesta ya que en un intervalo de 5.0 días se logra el 70% de emergencia en los cinco primeros tratamientos cuadro (No. 4) del apendice A. Estadísticamente no se presentan diferencias significativas, la prueba indica que es en la salinidad clorhídrico-sulfática donde se presenta la media más baja con 4.7 semillas emergidas. En los tratamientos el número de plántulas emergidas disminuye al aumentar la concentración.

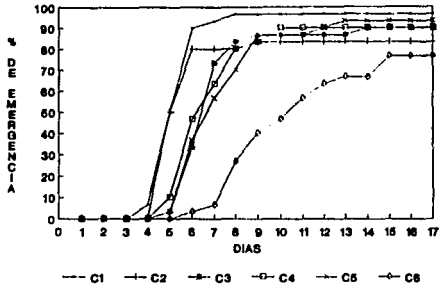
### MAIZ PINTO (MP)

Maíz pinto de la zona baja (Zona lacustre del ex-lago de Texcoco). En la fig. (No. 28) se presentan los porcentajes de emergencia del maíz pinto durante la aplicación de las sales puras.

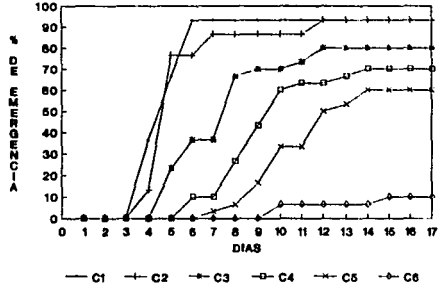
En el cuadro (No. 3) del apendice A se presenta el número de días que se requirieron para que se alcanzara el 70% de germinación, después de la siembra, en cualquiera de las concentraciones de cualquier tipo de sales puras y el rango de días necesarios para que se alcanzara el 70% de germinación en las demás concentraciones de todos los tipos de sales puras. Para este maíz el sulfato de magnesio es la sal que más favorece la germinación ya que en un intervalo de 4.0 días todas las concentraciones obtienen un 70% de emergencia. En el sulfato de sodio y cloruro de calcio se presenta un comportamiento similar ya que se presenta el mismo intervalo de tiempo (2.5 días) para que las primeras cinco concentraciones se alcance el 70% de emergencia establecido sin embargo el intervalo para que en la concentración C6 se logre dicho porcentaje en ambas sales varía de 6.0 días para el sulfato de sodio y 5.5 días para el cloruro de calcio. El carbonato de sodio resulto ser la sal más perjudicial y presenta diferencias significativas con un 95% de confianza con respecto a las otras sales. Para esta misma variedad otra sal en la cual se presenta un desarrollo favorable es en el cloruro de sodio obteniendose para las concentraciones C1 a la C5, un 70% de

# MAIZ PINTO

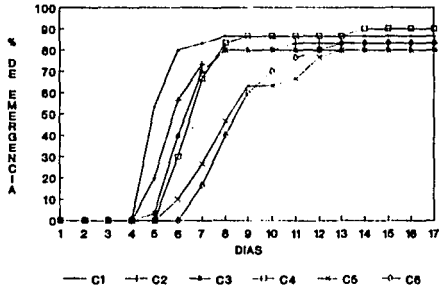
SULFATO DE SODIO



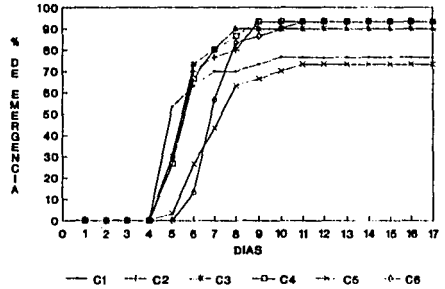
CARBONATO DE SODIO



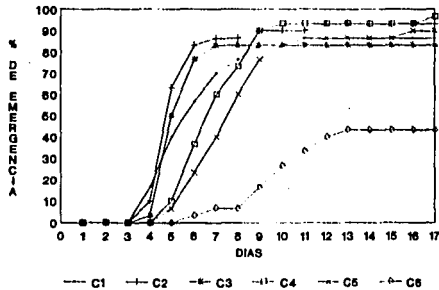
COLORURO DE MAGNESIO



SULFATO DE MAGNESIO



COLORURO DE SODIO



COLORURO DE CALCIO

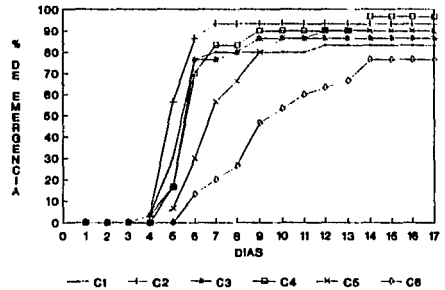
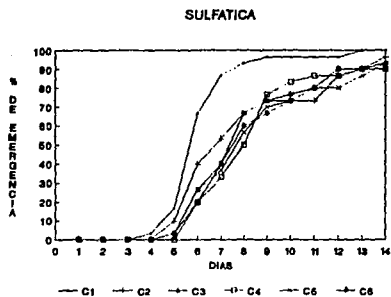
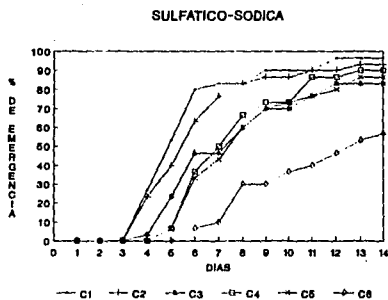
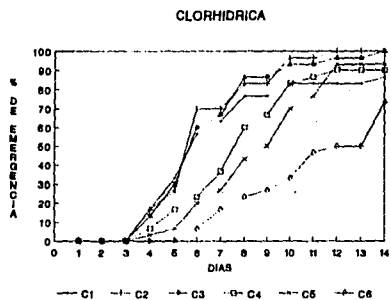
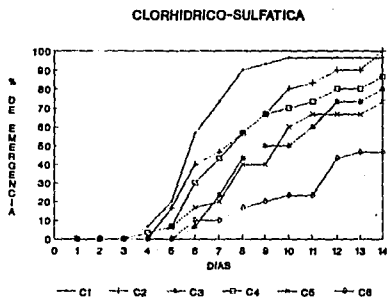
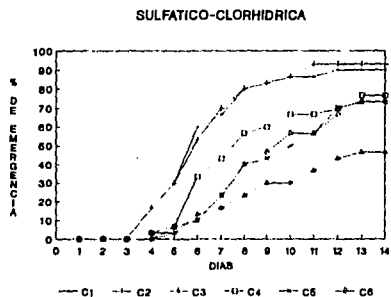


FIG.28 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL MP





## MAIZ PINTO



**FIG. 29 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL MP**

emergencia en un intervalo de 3.5 días, la concentración C6 nunca alcanza dicho porcentaje.

En la fig. (No. 29) se presentan los porcentajes de germinación del maíz pinto durante la aplicación de diferentes concentraciones de los tipos de salinidad; sulfática, sulfático-clorhídrica, clorhídrico-sulfática, clorhídrica y sulfático-sódica. Para comparar los diferentes porcentajes de germinación del maíz pinto, debido a los efectos de los diferentes tipos de salinidad se considero, como un óptimo nivel de germinación el 70% de emergencia de la totalidad de las semillas que se experimentaron en estos estudios de germinación.

Se observa que en la mezcla salina sulfática se tienen los mejores resultados en la capacidad emergente de este cultivo con 3.5 días de intervalo para que en todas las concentraciones se presentara el 70% de emergencia cuadro (No. 4) del apendice A. En los tipos de salinidad restantes en el tratamiento de la concentración C6 no se logra un buen porcentaje de emergencia En la salinidad sulfático-clorhídrica y clorhídrico-sulfática no se encuentran diferencias significativas ni tampoco las hay entre la salinidad clorhídrica y sulfático-sódica. Todas las concentraciones son significativamente diferentes entre sí, en la concentración C1 se encuentra el mayor número de semillas emergidas (testigo), mientras que en la C6 se tiene la media menor con tres plántulas.

#### MAIZ MORADO (MMT)

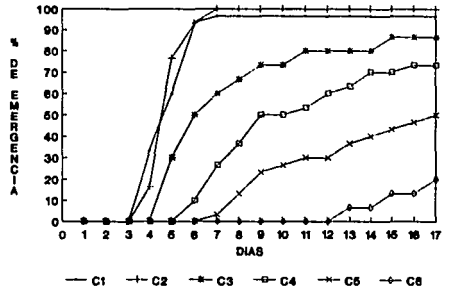
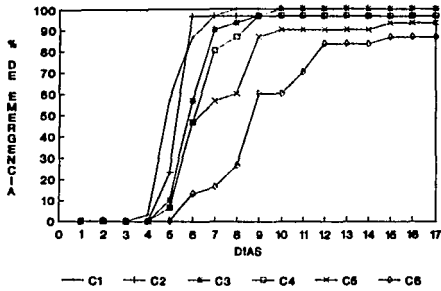
Maíz morado de la zona baja (Zona lacustre del ex-lago de Texcoco). En la fig. (No.30) se presentan los porcentajes de germinación del maíz morado durante la aplicación de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), sulfato de magnesio ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

En el cuadro (No. 3) del apendice A se presenta el número de días que se requirieron para que se alcanzara el 70% de germinación, después de la siembra, en cualquiera de las concentraciones de cualquier tipo de sales puras y el rango de días necesarios para que se alcanzara el 70% de germinación en las demás concentraciones de todos los

# MAIZ MORADO

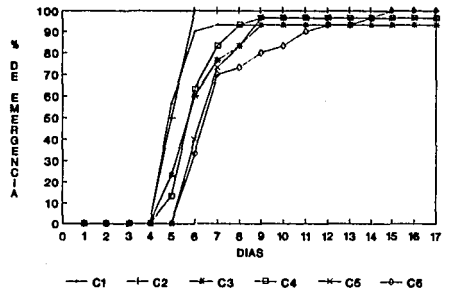
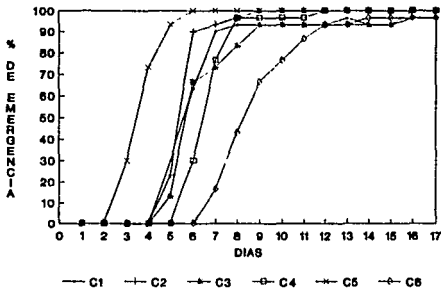
SULFATO DE SODIO

CARBONATO DE SODIO



CLORURO DE MAGNESIO

SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO

CLORURO DE CALCIO

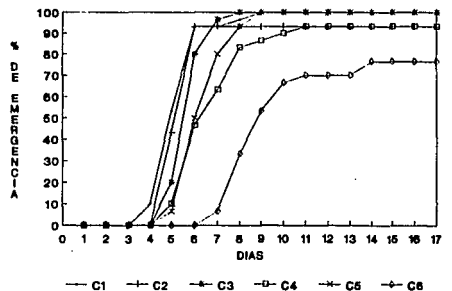
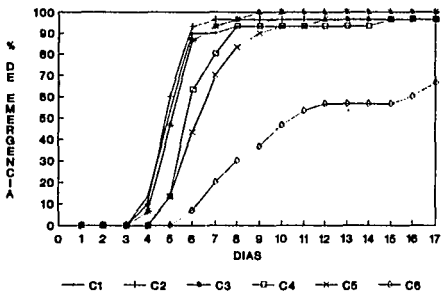
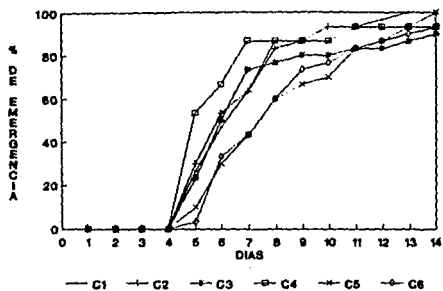


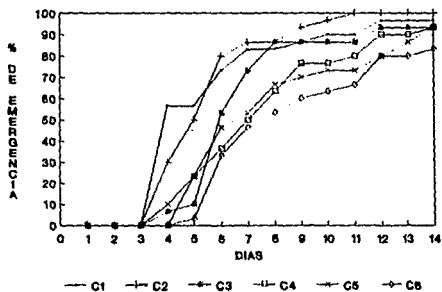
FIG.30 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL MMT

SULFATICA

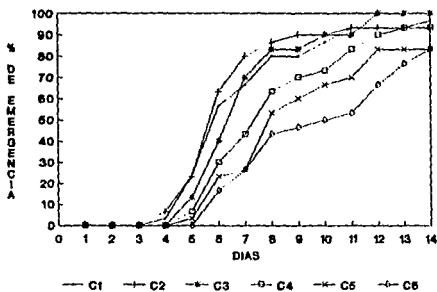


MAIZ MORADO

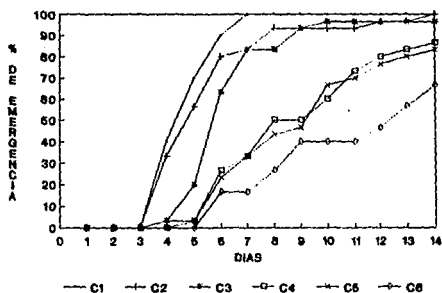
SULFATICO-CLORHIDRICA



CLORHIDRICO-SULFATICA



CLORHIDRICA



SULFATICO-SODICA

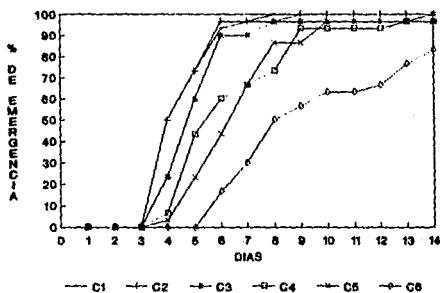


FIG.31 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL MMT

tipos de sales puras. El sulfato de magnesio es la sal que más favoreció el porcentaje de plántulas germinadas ya que en un intervalo de 1.5 días después de que en el testigo C1 se logarara 70% de brotes, en todos los tratamiento se alcanzo este porcentaje. Todas las sales aquí estudiadas excepto el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , no son significativamente diferentes ya que en ellas se presenta aproximadamente la misma media en el número de semillas germinadas, la media más alta se tiene en el sulfato de magnesio y le siguen en orden decreciente el cloruro de magnesio, sulfato de sodio, cloruro de calcio, cloruro de sodio y carbonato de sodio siendo ésta última la sal más tóxica, presentando las semillas un intervalo de 9.0 días para lograr un 70% de emergencia en las primeras cuatro concentraciones. Comparando las concentraciones de todas las sales no tienen diferencias significativas excepto la C6 que es significativamente diferente mostrando una media de 4.4 semillas germinadas como valor mínimo.

Analizando el efecto de la salinidad cualitativa, en la figura (No. 31) se observa para esta variedad que a excepción de las salinidad clorhídrica, en todos los tipos salinos se logra el 70% de emergencia en todos los tratamientos. La salinidad en donde se presentan los mejores resultados de acuerdo a la prueba estadística es la sulfático-sódica aunque no existen diferencias significativas muy notorias con respecto a las demás, clasificándose en un sólo grupo. En cuanto a la respuesta de semillas germinadas en cada una de las concentraciones, en estas se encuentran diferencias inversamente proporcionales disminuyendo el número de semillas germinadas a medida que aumenta la concentración.

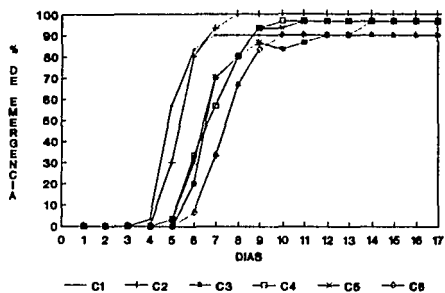
#### MAIZ BLANCO (MB)

Mafz blanco de la zona baja (Zona lacustre del ex-lago de Texcoco). En la fig. (No.32) se presentan los porcentajes de germinación del mafz blanco durante la aplicación de los tratamientos con sales puras.

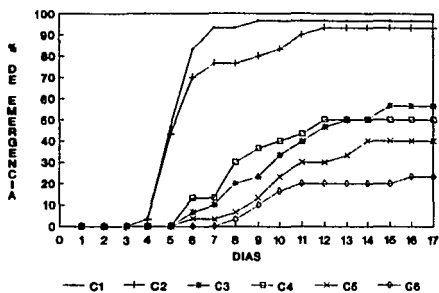
En general este genotipo presenta mejor respuesta a las diferentes sales, se encontro que el sulfato de magnesio es menos perjudicial, mostrando para todas las concentraciones un porcentaje de emergencia uniforme que se inicia al 4° día después de la siembra para incrementarse rápidamente hasta en un 80% en un período de tres días. El cultivo

# MAIZ BLANCO

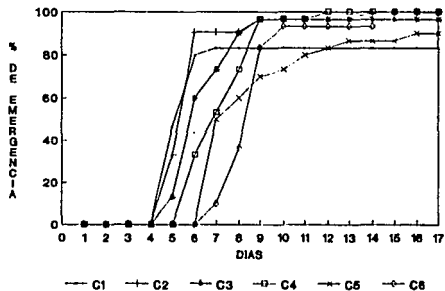
SULFATO DE SODIO



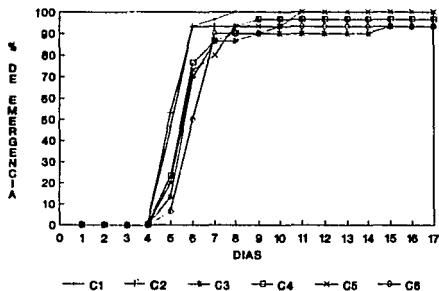
CARBONATO DE SODIO



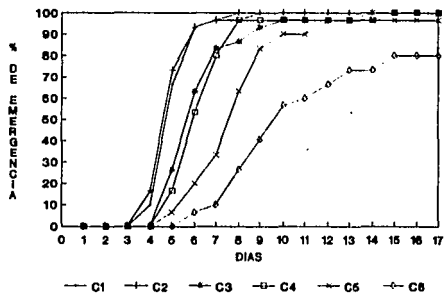
CLORURO DE MAGNESIO



SULFATO DE MAGNESIO



CLORURO DE SODIO



CLORURO DE CALCIO

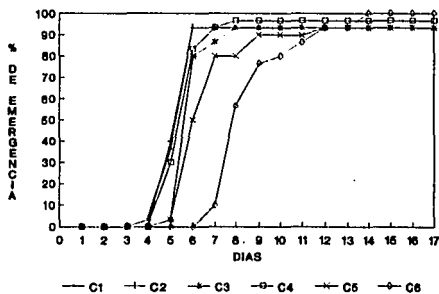
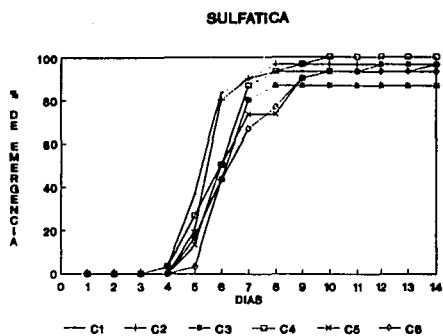
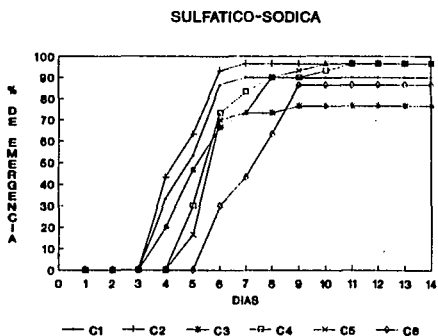
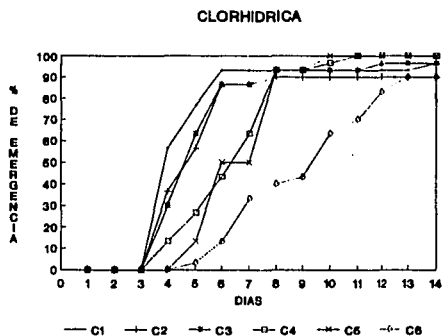
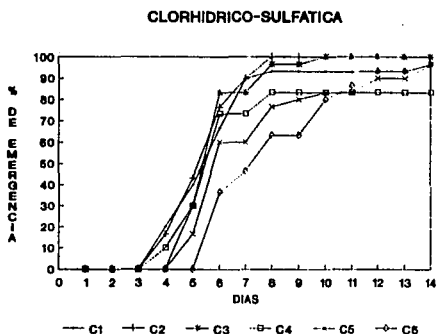
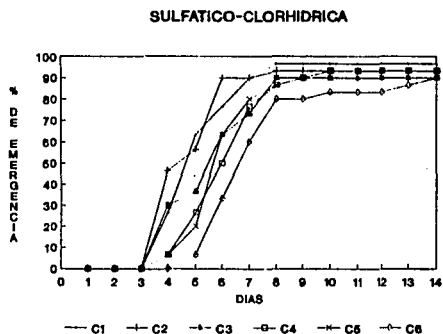


FIG. 32 EFECTO DE 6 TIPOS DE SALES PURAS EN LA EMERG. DEL MB



**MAIZ BLANCO**



**FIG. 33 EFECTO DE LOS TIPOS DE SALINIDAD EN LA EMERG. DEL MB**

mostro una respuesta muy similar frente al cloruro de calcio y sulfato de sodio, finalmente el carbonato de sodio fué la sal más tóxica.

En el cuadro (No. 3) del apéndice A se presenta el número de días que se requirieron para que se alcanzara el 70% de germinación, después de la siembra, en cualquiera de las concentraciones de cualquier tipo de sales puras y el rango de días necesarios para que se alcanzara el 70% de germinación en las demás concentraciones de todos los tipos de sales puras. En el sulfato de magnesio se presenta el intervalo más corto (1 día), para que todos los tratamientos alcancen el 70% de emergencia, le sigue el sulfato de sodio con un intervalo de 2.5 días, cloruro de calcio con 3.0 días, cloruro de magnesio con 3.5 días y cloruro de sodio con un intervalo de 7.5 días, demostrando con esto ser una sal tóxica para esta variedad. En el carbonato de sodio únicamente se logra el 70% de emergencia para el tratamiento testigo y la concentración C2 en un intervalo de 0.5 días.

Estadísticamente las sales no presentan diferencias significativas para esta variable a excepto del carbonato de sodio, la prueba de Tukey las clasifica en dos grupos, ordenandolas de acuerdo a la media más alta de la siguiente manera: grupo A ( $MgSO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$  y  $MgCl_2$ ); grupo B ( $Na_2CO_3$ ). La concentración que más favorece la emergencia es la C2 le sigue la C1, C4 y C3 y en otro grupo C5 y C6 con los valores más bajos.

En la fig. (No. 33) se presentan los porcentajes de germinación del maíz blanco durante la aplicación de diferentes concentraciones de los tipos de salinidad; sulfática, sulfático-clorhídrica, clorhídrico-sulfática, clorhídrica y sulfático-sódica, cuadro (No.4) del apéndice A.

Para este genotipo en todos los tipos de sales se alcanza el 70% de emergencia en todos los tratamientos. La salinidad sulfática presentó el mejor desarrollo en el proceso de la emergencia ya que en un intervalo de dos días se logra el 70%, al igual que en la salinidad sulfático-clorhídrica. Estadísticamente en la prueba de Tukey no se encuentran diferencias significativas entre tipos de salinidad, mientras que entre concentraciones



si hay diferencias siendo la C2 en la que se presenta la mejor respuesta y en la C6 el más bajo valor con 5.0 semillas emergidas como media.

En general los seis genotipos de maíz aquí estudiados son más dañados por el carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), y respondieron mejor para el sulfato de magnesio ( $\text{MgSO}_4$ ). Se encontro que las variedades cultivadas en las áreas con mayor salinidad (Sta. Maria Tonanitla) experimentaron una mejor respuesta de tolerancia que las variedades cultivadas en zonas altas (San Luis Tecuatitlan), esto se debe a que ha existido una selección recurrente a lo largo de varias generaciones de estos genotipos criollos, esto coincide con lo obtenido para *Medicago sativa* por Dobrenz *et al.*, (1993). En general las variedades que se han cultivado en zonas no salinas retardan más el inicio de la emergencia con respecto a las variedades que se han cultivado en ambientes salinos, es posible que durante varias generaciones de exposición a la salinidad las plantas cultivadas en ambientes salinos hayan desarrollado algún mecanismo de adaptación, pues como lo reporta Dobrenz *et al.*, (1993), los carbohidratos libres juegan un papel importante en la regulación osmótica de las células durante la germinación, esto obliga a hacer estudios sobre la composición de las semillas cultivadas en ambientes con distintos niveles de salinidad cualitativa y cuantitativa. También se han reconocido cambios metabólicos en las plantas así las más tolerantes excluyen más  $\text{Na}^+$  (Flower and Yeo 1981 y Schachtman *et al.*, 1989).

En todas las variedades de maíz el inicio de la emergencia es uniforme entre 3-4 días aproximadamente y existe un retardo de 48 horas aproximadamente o más en el frijol con respecto al maíz, este intervalo se reduce 24 horas entre las variedades de frijol y maíz cultivados durante varias generaciones en suelos con problemas de salinidad.

Las variedades de maíz tanto de zonas altas como de zonas bajas presentaron respuestas más favorables frente a la salinidad sulfática y sulfático-sódica, siendo más perjudiciales para esta variable la salinidad clorhídrica, clorhídrico-sulfática y la sulfático-clorhídrica. En cuanto a las concentraciones, en la que se presento el valor más alto es en la C2 y el valor más bajo la C6.

## 9.6.- CAMBIOS MORFOLOGICOS, SINTOMAS DE DEFICIENCIA Y TOXICIDAD

Durante la fase experimental los cultivos mostraron varias respuestas morfológicas y fisiológicas. De este modo se observó en el frijol necrosis en los ápices de las hojas, esta respuesta se fue extendiendo hacia la base de los bordes lo cual ocasiono a lo largo del tiempo una reducción del área foliar efectiva, esta respuesta se tuvo en las hojas más viejas y fue más acentuado a medida que la concentración salina se incremento, la intensidad varió para cada variedad, tipo de sal y salinidad. Estas mismas respuestas se encontraron para la variedad de frijol flor de mayo cuando fue expuesta a cloruro de sodio, (Grijalva y Ríos, 1994).

En el frijol alubia y negro, a partir de la concentración C4, se presentó una constricción del tallo ocasionando la caída de la parte foliar, este fenómeno se observó a los 8 días post-emergencia, principalmente en las sales de carbonato de sodio y sulfato de sodio.

En los cultivos de frijol una clorosis generalizada internerval se obtuvo a los 10 días post-emergencia, del mismo modo que la necrosis esta respuesta varía con la concentración salina y tipo de sal presente. Se observó también un encorvamiento de las hojas orientado hacia el envés, esta respuesta se iniciaba con las hojas embrionarias y se continuaba con las hojas verdaderas, posiblemente se debe a la cantidad de sal acumulada en el tejido según la edad, también se observó que la misma hoja se tornaba más coreacea. Del mismo modo la altura de la planta se vio afectada por la concentración salina, observandose un gradiente de menor a mayor altura de la concentración C2 a la C6, en el caso de la C1 (agua destilada) estas mismas respuestas fueron observadas pero con una menor intensidad. Es importante señalar que el frijol alubia fue siempre el más prematuro en cuanto a emergencia. Esta sintomatología ha sido reportada por Shannon (1985) y Caro *et al.* (1991), para especies altamente tolerantes a la salinidad.

En el caso del maíz, éste toleró más la salinidad que el frijol, pues en general se observó que el enrollamiento de las hojas, la necrosis y la clorosis fueron más tardías. Cabe señalar que el enrollamiento de las hojas y la necrosis de los ápices en el caso de las hojas de maíz afectó más su apertura.

## 9.7.- EFECTO DE LAS SALES PURAS Y TIPOS DE SALINIDAD SOBRE LA LONGITUD DE LA RAIZ

Los resultados obtenidos (cuadros No. B1 al B12) muestran el efecto que las sales puras y tipos de salinidad causaron en el crecimiento de la raíz para los cultivos de frijol y maíz. Puede observarse que la respuesta general de todos los genotipos de las diferentes especies se ven adversamente afectados a medida que la concentración se incrementa, este comportamiento se encontro para todos los tipos de salinidad y sales puras.

Se encontró que la sal más perjudicial para el frijol fue el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  con respuesta nula en las concentraciones C5 y C6 y moderado en las concentraciones C1 y C2, la mejor respuesta se observo en el  $\text{CaCl}_2$  con las mayores longitudes de la raíz desde 6.7 cm como mínimo y hasta 17.1 cm como máximo. Este mismo comportamiento se observa para los genotipos de maíz, la sal más perjudicial fue el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y se obtuvo la respuesta más favorable en el  $\text{CaCl}_2$ .

El cultivo que mejor respuesta experimento a las seis sales puras para esta variable fue el frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*), esto se atribuye a la gran cantidad de reservas de la semilla de esta especie, pues de acuerdo con Filho *et al.*, (1983), las reservas juegan un papel muy importante para comunicar tolerancia a las sales. Los genotipos de maíz que mejor respondieron fueron el maíz morado de Tonanitla y el maíz blanco, ambas colectados en la zona más salina.

Resultado difícil ordenar por su tolerancia a las sales, los genotipos de frijol y maíz de los más sensibles a los de mayor tolerancia, pues cada genotipo tiene un comportamiento diferente frente a cada sal, para el  $\text{NaCl}$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (cuadros B1 y B6)

el más sensible fue el frijol negro bola, para  $MgCl_2$  y  $Na_2SO_4$  (cuadros B3 y B5) el frijol negro, mientras que para el  $CaCl_2$  y  $MgSO_4$  (cuadros B2 y B4) el frijol aluvia. Sin embargo en maíz la tolerancia es mayor y más constante, las variedades MMT y MB tuvieron mejor respuesta.

En relación a los tipos de salinidad, se observa que el frijol ayocote es el que mejor crecimiento radical experimento, siendo más afectado por la salinidad sulfática-sódica, este tipo de salinidad es el más perjudicial para todas las especies y genotipos de frijol y de maíz (cuadro B8), observandose la mejor respuesta en la salinidad sulfático-clorhídrica (cuadro B9).

Una clara tendencia en la reducción de la longitud de raíz se observa en frijol a medida que la concentración de  $SO_4^{=}$  en el medio se incrementa. No existen diferencias significativas entre las variedades de maíz para las mezclas de sales.

#### 9.8.- EFECTO DE LAS SALES PURAS Y TIPOS DE SALINIDAD SOBRE LA BIOMASA EN PESO FRESCO Y SECO.

La alta biomasa que presenta *Phaseolus coccineus* se debe a la gran cantidad de reservas que normalmente tienen sus semillas. Si comparamos el efecto perjudicial de las sales puras con respecto a las mezclas salinas, encontramos que estas últimas son más benéficas, pues en general se obtiene una mayor biomasa, esto se explica por la mayor posibilidad de síntesis al existir una mayor diversidad de nutrientes aportado por las sales y un menor efecto tóxico (cuadros B12-B22).

Algunas investigaciones reportaron retardo en la hidrólisis y transformación e inhibición en la movilización de reservas proteicas (Prisco and Vieira, 1976), inhibición en la movilización de los ácidos nucleicos (Filho, *et al.*, 1983) y en general se reduce la movilización de las reservas de los cotiledones a las regiones de crecimiento (Sheoran and Garg, 1978), en la presente investigación se encontró que a mayor cantidad de  $SO_4^{=}$  en el medio, la biomasa se reduce esto puede explicarse por la mayor movilización de las reservas de la semilla a las regiones de crecimiento y un mayor gasto de estas en los procesos metabólicos de la plántula, dado el efecto más benéfico

que el  $\text{SO}_4^{=}$  tiene para la planta, de este modo, la salinidad sulfática resulto ser la menos tóxica para las variedades de frijol y la clorhídrico-sulfática para el maíz. En el caso de las variedades de maíz la salinidad clorhídrica mostro menor daño que las sales de sulfatos en el crecimiento vegetativo. Esto coincide con lo reportado para éste cultivo por Kaddah y Ghowail (1964).

De acuerdo con la variable biomasa en peso fresco, el cultivo de frijol que mejor respondió a la salinidad cualitativa es por orden decreciente: enredador amarillo, negro bola y frijol negro y de maíz el blanco, amarillo y morado (cuadros No. B18-B22).

En los valores de la biomasa en peso seco tanto para sales puras como para mezclas de sales (cuadros No. B23-B33), se tiene un efecto benéfico en las primeras concentraciones ya que cuando la concentración aumenta disminuye el peso, este comportamiento no se puede generalizar ya que en algunos cultivos se presenta un valor de la bioma más alto en los tratamientos con mayor conductividad eléctrica, tal es el caso del frijol ayocote.

Estadísticamente todas las sales presentan diferencias significativas entre sí en todas las variedades tanto para el peso fresco como para el peso seco.

## X. CONCLUSIONES

- 1.- La variación del pH de las soluciones de composición cuantitativa y cualitativa depende de la presencia de bicarbonatos o de los procesos de hidrólisis que ocurren en ellas.
- 2.- Las sales de NaCl y Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> elevaron la alcalinidad de las soluciones debido a la solubilidad del CO<sub>2</sub> del aire, lo cual se refleja en un mayor efecto perjudicial para germinación, emergencia, longitud de raíz y biomasa de los cultivos de maíz y frijol.
- 3.- Las sales puras que producen mayores CE a las más bajas concentraciones son las de sodio y son las más tóxicas para las plantas y más perjudiciales para los suelos.
- 4.- Las sales de sodio producen mayores presiones osmóticas a bajas concentraciones ya que afectan la absorción de agua y retardan la germinación y emergencia de las plántulas.
- 5.- Se observó necrosis en los ápices y bordes de las hojas, clorosis internerval, disminución del área foliar y arrosamiento de hojas, sin embargo, estas respuestas variaron en intensidad de un genotipo a otro. En todas las variedades de frijol estos efectos se incrementaron con la concentración salina en el medio.
- 6.- En los genotipos de maíz se observó enrollamiento de hojas en los ápices dificultándose su apertura, clorosis generalizada y necrosis de ápices y bordes. La intensidad de la respuesta es diferente de una variedad a otra y se acentúa con la concentración salina en el medio.
- 7.- El agua destilada para todos los cultivos de maíz y frijol ocasiona enanismo y necrosis prematura de ápices que corre hacia la base de las hojas, debido, probablemente, a deficiencias nutrimentales.

8.- Todos los genotipos de maíz aquí estudiados resultaron ser más tolerantes que los de frijol pues existe un retraso de 48 horas para la emergencia del frijol con respecto al maíz.

9.- Las variedades de maíz más tolerantes a la salinidad son el maíz blanco y morado de Tonanitla y para el frijol el negro y alubia de San Andrés Xaltenco ambos obtenidos a lo largo de varios ciclos de selección recurrente. Estas variedades de frijol y maíz han sido cultivadas por varias generaciones en terrenos con problemas de salinidad.

10.- El carbonato de sodio, cloruro de sodio y la salinidad sulfático-sódica resultaron ser más perjudiciales para ambos cultivos, se atribuye al efecto del ión específico (ión sodio).

11.- Se obtuvieron ecuaciones de predicción para estimar los días de germinación para cada tipo de salinidad, sal pura y genotipo en función del valor de CE.

12.- La respuesta a diferentes tipos de salinidad cuantitativa y cualitativa es más homogénea para los cultivos de maíz en comparación con los del frijol, observándose que los días de emergencia necesarios para el genotipo más sensible de maíz es 16.7 como máximo a 15 mmhos/cm y para el frijol el intervalo varía entre 10 y 25 días para CE de 9.5 mmhos/cm.

13.- Los días de germinación son más predecibles para aquellas variedades y especies tolerantes que para las sensibles.

14.- El análisis de regresión para la presión osmótica y concentración en función de la CE indica que los diferentes coeficientes son menores cuando se tienen sales de sodio y mayores cuando en las soluciones aparecen los sulfatos, esto se observa para sales puras y para las mezclas de sales, confirmándose el efecto del ión específico (ión sodio) y para las mezclas (ión cloro).

15.- En la mayoría de las variedades de maíz y frijol criollos se presentó un efecto benéfico en las concentraciones salinas C2 y C3, tanto en porcentajes de emergencia

como en longitud de la raíz, biomasa peso fresco y seco; el mayor daño se presentó en las concentraciones C5 y C6, sin embargo, el efecto particular para cada variedad dependió del tipo de sal o mezcla, siendo el carbonato de sodio y la salinidad sulfático-sódica una de las sales más perjudiciales para la mayoría de las variedades de estas especies.

16.- El retraso en la emergencia para cada variedad dependió de la concentración total y composición cualitativa, se encontró que el frijol negro y alubia así como el maíz blanco y morado, son las que mostraron mayor tolerancia a las sales en todos los parámetros estudiados.

17.- La longitud de la raíz se ve más favorecida por el  $\text{CaCl}_2$  en ambos cultivos, el frijol *Phaseolus coccineus* fue la variedad que mejor respondió en esta variable y de maíz, el morado y el blanco.

18.- Todos los genotipos aquí estudiados presentan una biomasa en peso fresco y seco mayor frente a los tipos de salinidad y menor para las sales puras. El cultivo de frijol que mejor respondió a la salinidad cualitativa para esta variable es el enredador amarillo y para el cultivo de maíz la variedad blanco.



## **XI. RECOMENDACIONES**

1.- Los primeros efectos de la salinización de los suelos se manifiestan en los cultivos por una clorosis generalizada, enrollamiento y necrosis de hojas, por lo que se deben seleccionar cultivos más tolerantes como el maíz a fin de obtener rendimientos económicos.

2.- En las zonas donde se inicia el proceso de salinización de los suelos se recomienda el cultivo de maíz seleccionando el maíz morado y blanco de Tonanitla por ser los más tolerantes y cuando la CE sea inferior a 3.6 mmhos/cm, es recomendable el cultivo de frijol utilizando las variedades negro y alubia.

3.- Para trabajos futuros se recomienda que se utilice una sola especie para poder realizar estudios más específicos de tolerancia y susceptibilidad así como los cambios morfológicos y fisiológicos producidos por la salinidad, ya que en éste experimento por el gran volumen de unidades experimentales resultaría difícil evaluar dichos procesos biológicos.

4.- En virtud de que las sales de NaCl causan la hidrólisis del agua y conducen a la formación de carbonatos y bicarbonatos, y estos procesos modifican propiedades del ambiente edáfico que afectan el crecimiento y producción de los cultivos, debe regularse su formación y/o concentración al utilizar mejoradores químicos que eleven la calidad del agua de riego y a través de un manejo adecuado en láminas de riego y lavado del suelo que permitan una depositación final de las sales fuera de la zona radicular.

## XI.- LITERATURA CITADA

- 1.- Abel, G.H. and Mackenzie, A.J. 1964. Salt tolerance of soybean varieties during germination and later growth. *Crops Sci.* 4:157-160.
- 2.- Allen S.G., Dobrenz A.K., Schonhorst M.H., and Stoner J.E. 1985. Heritability of NaCl tolerance in germination alfalfa seed. *Agronomy Journal.* 77:99-101.
- 3.- Alvarado G. J., Calderon V. R., Castañeda R. H., Perez S. O., Ramírez C. J. L., Ramírez C. M. y Velazquez O. R. 1991-1993. Plan de desarrollo Municipal. Municipio de Temascalapa Edo. de México. PP 186.
- 4.- Ayers A.D. 1951. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agron. Jour.* 44:82-84.
- 5.- Arinushkina E.V. 1970. Manual de análisis químico de suelos. Parte II, cap. 7 y 8 que corresponde al análisis del extracto acuoso 1:5 de suelos salinos (7), y forma gráfica de presentar los resultados (8), Ed. Universidad de Moscú. Moscú. ex-URSS.
- 6.- Azaizeh H., Gunse B. and Steudle E. 1992. Effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on water transport across root cells of maize (*Zea Mays L.*) seedlings. *Plant Physiology.* 99:886-894.
- 7.- Azaizeh H. and Steudle E. 1991. Effects of salinity on water transport of excised maize (*Zea mays L.*) roots. *Plant Physiology.* 97:1136-1145.
- 8.- Bernstein, L. and Hayword H.E. 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann Rev. Plant Physiol.* 9:25-46.
- 9.- Bernstein. L. and Hayword H.E. 1970. Salt tolerance of plants. *Agriculture Información Bulletin.* No. 283 U.S.A. pp 3-23.

- 10.- Brugnoli E. and Lauteri M. 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C non-halophytes. *Plant Physiology*. **95**:628-635.
- 11.- Caro M., Cruz V., Cuartero J., Estaño M. T. and Bolarin M. C. 1991. Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars. *Plant and Soil*. **136**:249-255.
- 12.- Carter D.L. 1975. Problems of salinity in agriculture. In: Plant in saline environments. by A. Poljakoff-Marber and J. Gale Springer-Verlag New York Heidelberg Berlin. p. 25-35.
- 13.- Cramer G.R. 1992. Kinetics of maize leaf elongation. II. Responses of a Na-excluding cultivar and Na-including cultivar to varying Na/Ca salinities. *Journal of Experimental Botany*. **43**:857-864.
- 14.- Drew M. C., Guenther J. and Lauchli A. 1988. The combined effects of salinity and root anoxia on growth and net Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> -accumulation in *Zea mays* grown in solution culture. *Annals of Botany*. **61**:41-53.
- 15.- Dobrenz, A.K., Smith S.E., and Miller W.B. 1993. Carbohydrates in alfalfa seed developed for salt tolerance during germination. *Agronomy Journal*. **85**:834-836.
- 16.- Escobar R.E., Ríos G.R. and Ortega E.M. 1994. Effect of different saline solutions of total and qualitative composition on the germination of creole varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.). 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Acapulco México. **9**:508-509
- 17.- Filho E. G., Prisco J. T., Campos F. A. P. and Filho J. E. 1983. Effects of NaCl salinity *in vivo* and *in vitro* on ribonucleasa activity of *Virgna unigiculata* cotyledons during germination. *Physiologia plantarum*. **59**:183-188.

- 18.- Flowers T.J. and Yeo A.R. 1986. In relations of plants under drought and salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* **13**:75-91.
- 19.- Flowers T.J. Troke P.F. and Yeo R.A. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Riview of Plant Physiology.* **28**:89-121.
- 20.- Fowler J.L., Hageman J.H., Suzukida M, and Assadian H. 1988. Evaluation of the salinity tolerance of Russian-Thistle, a potential forage crops. *Agronomy Journal.* **80**:250-258.
- 21.- Food Agricultural organization. 1973. FAO/UNESCO. Irrigation drainage and salinity. HUTCHINSON/FAO/UNESCO. Paris. An International Source Book. Capitulo 13 Reclamation of saline and alkali soils.
- 22.-Francois L. E. 1985. Salinity effects on germination, growth and yield of two squash cultivars. *HortScience.* **20**:1102-1104.
- 23.- Gale J., Kohl H. C. and Hagan R.M. 1967. Changes in the water balance and photosynthesis of onion, and cotton plants under saline conditions. *Physiol. Plant.* **20**:408-420.
- 24.- Greenway H. 1973. Salinity, plant grow, and metabolism. *J.of Aust. Inst. of Agricultura Sci.* **39**:24-34
- 25.- Greenway H. and Munns R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology.* **31**:149-190.
- 26.- Grijalva S. B. y Ríos G. R. 1994. Algunos efectos del NaCl en la germinación y emergencia del cultivo *Phaseolus vulgaris* L. *Tópicos de Investigación y Posgrado* (en prensa).
- 27.- Gupta U.S. 1977. Physiological aspects of crop nutrition and resistance. Delhi Atma Ram and Rand Sons. 383 p.

- 28.- Hajibagheri M.A., Yeo A.R., Flowers T.J. and Colling J.C. 1989. Salinity resistance in *Zea mays*: Fluxes of potassium, sodium and chloride, cytoplasmic concentrations and microsomal membrane lipids. *Plants Cell and Environmental*. 12: 753-757.
- 29.- Hassan N.A.K., Drew J.V., Knudsen D. and Olson R.A. 1970. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: II. corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*. 62:43-45.
- 30.- Hurkman W.J. 1992. Effect of stress on plant gene expression: A review. *Plant and Soil*. 146:145-151.
- 31.- INCA-RURAL. 1992. Programa Nacional de Capacitación y Adiestramiento Técnico para el desarrollo de Comunidades y Ejidos Marginados . Zonas Áridas del Norte del Estado de México. (expediente Técnico). Instituto Nacional de Capacitación Agropecuaria.
- 32.- Kaddah M.T. and Ghowail. 1964. Salinity effects on the growth of corn at different stages of development. *Agronomy Journal*. 56:214-217.
- 33.- Kriedemann P.E. 1986. Stomatal and photosynthetic limitations to leaf growth. *Aust. J. Plant Physiol*. 13:15-31.
- 34.- Kent L.M. and Lauchli A. 1985. Germination and seedling growth of cotton. Salinity-calcium interactions. *Plant Cell and Environment*. 8:155-159.
- 35.- Kovda V.A. 1980. Problem of combating salinization of irrigated soils. Moscow, USSR. Center for International Projects. pp. 260.
- 36.- Kramer D., Lauchli A. and Yeo A.R. 1977. Transfer cell in roots of *Phaseolus coccineus*: Ultrastructure and possible function in exclusion of sodium from the shoot. *Ann. Bot.* 41:1031-1040.

- 37.- Levit, j. 1972. Response of plants to environmental stress. Academic Press New York. pp. 697.
- 38.- López Aguirre José Gerardo. 1988. El proceso de lavado de un suelo salino sulfato-clorhídrico del área de influencia del Ingenio Azucarero de Calipan, Estado de Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo Mex.
- 39.- Maas E.V. and Hoffman G.J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. ASCE Journal of Irrigation and Drainage Division. **103**:115-134.
- 40.- Munns R. and Termaat 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* **13**:143-160.
- 41.- Norlyn D.E. and Epstein. 1984. Variability in salt tolerance of four triticale lines of germination and emergence. *Agron. J.* **24**:1090-1092.
- 42.- Ortega E. M. 1994. Causas del ensalitramiento y su efecto sobre los suelos. Traducción inédita. Colegio de Postgraduados, Centro de Hidrociencias. Montecillo Edo. de México.
- 43.- Pearson G.A., Ayers A.D. and Eberherd D.L. 1966. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. *Soil. Sci.* **102**:151-156.
- 44.- Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid, España. pp 521.
- 45.- Poljakoff-Mayber, A. 1975. Morphological and anatomical changes in plants as a response to salinity stress. In A. Poljakoff-Mayber and J. Gale (eds.) *Plants in Saline Environments*. Springer-Verlag, Berlin. p. 97-117.
- 46.- Prisco J.T. and O'leary J W. 1970. Osmotic and "tóxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. *Turrialba*: **20**: 177-184.

- 47.- Prisco J.T. and Vieira H. F. 1976. Effects of NaCl salinity on nitrogenous compounds and proteases during germination of *Vigna sinensis* seeds. *Physiologia Plantarum*. **36**:317-320.
- 48.- Puscas M., Stoiciu T and Baia V.O. 1966. Characteristics of some physiological processes in bean under the toxic action of some salts. *Inst. Agron. Timisoara Lucr. Stiint. Ser. Agron.* **9**:295-309.
- 49.- Ramírez M, O.M. 1988. Determinación experimental de la capacidad germinativa de algunos cultivos agrícolas en soluciones salinas de diferente concentración total y composición cualitativa. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Hidrociencias. C.P.
- 50.- Richards, L.A. (ed). 1993. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Personal del Laboratorio de Salinidad de los E.U.A. Ed. Limusa. sexta edición. Séptima reimpresión.
- 51.- Rios G.R., Ortega E.M., Velázquez M.J. and Rodríguez L. O. 1994. Effects of salinity on corn and beans germination. 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Acapulco México. **3**:330-331.
- 52.- Schachtman D. P., Blood A. J. and Devorak J. 1989. Salt-tolerant *Triticum X lophopyrum* derivatives limit the acumulation of sodium and chloride ions under saline-stress. *Plant Cell and Environment*. **12**:47-55
- 53.- Seemann J.R. and Critchley C. 1985. Effects of salt stress on the growt, ion content stomatal behavior and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species, (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant*. **164**:152-162.
- 54.- Shannon M.C. 1985. Principles and strategies in breeding for highir salt tolerance. *Plant and Soil*. **89**:227-241.

55.- Sheoran I.S. and Garg O.P. 1978. Effect of salinity on the activities of RNase, ADase y protease during germination and early seedling growth of mung bean. *Physiology Plantarum*. **44**:171-174.

56.- Strogonov, B.P. 1964. Physiological bases of the salt tolerance of plants (with different types of soil salinity). URSS. Academy of Sciences. Moscou.

57.- Wilson, C., Clark R.A. and Nieman R.H. 1992. Effects of salinity diurnal cycles and age on nucleotide pools of bean leaves. *Journal of Experimental Botany*. **43**:1009-1014.



# **A P E N D I C E   A**

**CUADRO A1**

**NUMERO DE DIAS QUE TRANSCURRIERON PARA ALCANZAR UN 70.0% DE GERMINACION EN ALGUNA DE LAS CONCENTRACIONES (I) Y RANGO DE DIAS EN LOS QUE LAS DEMAS CONCENTRACIONES ALCANZARON EL 70.0% DE GERMINACION.**

VARIEDAD DE FRIJOL	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O		MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O		NaCl		CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Frijol Bayo (B)	10.0	1.0	10.0		8.5	4.5	8.5	7.5	11.5	3.0	8.0	3.0
Frijol Negro (B)	6.0	5.5	4.5	0.5	6.0	10.5	6.0	7.5	5.0	8.0	5.0	3.5
Frijol Alubia (B)	5.5	11.0	5.0		5.5	9.5	5.5	6.0	5.0	8.0	5.0	6.5
Frijol Ayocote (A)	10.5	3.5			9.5	6.5	11.0	4.0	13.0	3.0	9.5	5.5
Frijol Enr. Amarillo (A)	8.5	3.0	16.0		8.5	3.0	9.0	5.5	10.5	1.0	9.0	1.5
Frijol Negro Bola (A)	9.0	6.5	15.0		8.5	5.5	10.0	6.0	10.0	3.5	8.5	1.0

- B. Indica la procedencia de esta variedad de frijol (Zona Plana ex-lacustre del Valle de México).
- A. Indica la procedencia de esta variedad de frijol (Zona Alta de dominios de la cuenca del Valle de México).
- I. Días que se requirieron después de la siembra, para que se alcanzara un 70.0% de germinación.
- R. Rango de días que se requirieron después de la siembra, para que se alcanzara un 70.0% de la germinación en las demás concentraciones.

CUADRO A2

NUMERO DE DIAS QUE TRANSCURRIERON PARA ALCANZAR UN 70.0% DE GERMINACION EN ALGUNA DE LAS CONCENTRACIONES (I) Y RANGO DE DIAS EN LOS QUE LAS DEMAS CONCENTRACIONES ALCANZARON EL 70.0% DE GERMINACION.

VARIEDAD DE FRIJOL	Sulfática		Sulfático-Clorhídrica		Clorhídrico-Sulfática		Clorhídrica		Sulfático-Sódica	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Frijol Bayo (B)	7.0	2.2	5.0	2.5	5.5	6.0	5.0	5.5	5.0	4.0
Frijol Negro (B)	7.5	4.5	4.5	3.5	6.0	4.5	5.5	4.0	5.5	2.0
Frijol Alubia (B)	7.0	3.0	4.5	3.0	5.5	5.5	5.0	4.0	5.0	3.0
Frijol Ayocote (A)	7.5	5.5	6.0	5.5	7.5	4.0	7.0	4.5	7.2	4.0
Fijol Enr. Amarillo (A)	6.5	4.0	5.0	2.5	6.5	3.0	5.5	3.0	5.0	8.0
Frijol Negro Bola (A)	6.5	3.0	5.5	2.5	6.7	3.0	5.5	6.5	5.5	6.5

- B. Indica la procedencia de esta variedad de frijol (Zona Plana ex-lacustre del Valle de México).
- A. Indica la procedencia de esta variedad de frijol (Zona Alta de dominios de la cuenca del Valle de México).
- I. Días que se requirieron después de la siembra, para que se alcanzara un 70.0% de germinación.
- R. Rango de días que se requirieron, después de la siembra, para que se alcanzara un 70% de germinación.

CUADRO A3

NUMERO DE DIAS QUE TRANSCURRIERON PARA ALCANZAR UN 70.0% DE GERMINACION EN ALGUNAS DE LAS CONCENTRACIONES (I) Y RANGO DE DIAS EN LOS QUE LAS DEMAS CONCENTRACIONES ALCANZARON EL 70.0% DE GERMINACION.

VARIEDAD DE MAIZ	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O		MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O		NaCl		CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Maíz Blanco (B)	5.5	2.5	5.5	0.5	5.5	3.5	5.5	1.0	5.0	7.5	5.5	3.0
Maíz Morado (B)	5.5	5.5	5.0	9.0	4.0	5.0	5.5	1.5	5.5	2.0	5.5	5.5
Maíz Pinto (B)	5.5	8.5	5.0	9.0	5.5	6.0	6.0	4.0	5.5	3.5	5.5	8.0
Maíz Amarillo (A)	5.5	8.0	6.5	2.5	5.0	4.0	5.0	2.5	4.5	5.5	4.5	5.5
Maíz Morado (A)	5.5	2.5	5.5		6.5	5.5	3.0	5.5	5.0	4.0	5.5	2.0
Maíz Chitocle (A)	4.5	7.0	6.0	3.0	5.5	4.5	5.5	2.0	5.0	3.5	5.0	5.0

- B. Indica la procedencia de esta variedad de maíz (Zona Plana ex-lacustre del Valle de México).
- A. Indica la procedencia de esta variedad de maíz (Zona Alta de dominios de la cuenca del Valle de México).
- I. Días que se requirieron después de la siembra, para que se alcanzara un 70.0% de germinación.
- R. Rango de días que se requirieron después de la siembra, para que se alcanzara un 70.0% de la germinación en las demás concentraciones.

**CUADRO A4**

**NUMERO DE DIAS QUE TRANSCURRIERON PARA ALCANZAR UN 70.0% DE GERMINACION EN ALGUNA DE LAS CONCENTRACIONES (I) Y RANGO DE DIAS EN LOS QUE LAS DEMAS CONCENTRACIONES ALCANZARON EL 70% DE GERMINACION.**

VARIEDAD DE MAIZ	Sulfática		Sulfático-Clorhídrica		Clorhídrico-Sulfática		Clorhídrica		Sulfático-Sódica	
	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R
Maíz Blanco (B)	5.5	2.0	5.5	2.0	5.5	4.0	4.5	6.5	5.5	3.5
Maíz Morado (B)	6.0	4.0	5.5	6.0	6.5	6.0	5.0	6.0	4.5	7.5
Maíz Pinto (B)	6.0	3.5	6.5	5.5	6.5	6.5	6.0	8.0	5.5	4.5
Maíz Amarillo (A)	5.0	4.5	4.5	3.0	5.0	7.0	4.0	6.5	3.8	4.5
Maíz Morado (A)	6.5	5.5	5.0	8.5	6.5	7.5	5.5	6.5	5.5	5.0
Maíz Chitocle (A)	4.8	5.0	4.0	10.0	5.0	7.0	4.5	5.0	3.8	4.0

- B. Indica la procedencia de esta variedad de maíz (Zona Plana ex-lacustre del Valle de México).
- A. Indica la procedencia de esta variedad de maíz (Zona Alta de dominios de la cuenca del Valle de México).
- I. Días que se requirieron, después de la siembra, para que se alcanzara un 70.0% de germinación.
- R. Rango de días que se requirieron, después de la siembra, para que se alcanzara un 70.0% de la germinación en las demás concentraciones.

DIAS DE EMERGENCIA EN LOS CULTIVOS DE FRIJOL Y MAIZ  
PARA TRATAMIENTOS CON SALES PURAS.

CUADRO No. A5 CLORURO DE SODIO (NaCl)

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	13.0	8.8	11.2	13.4	13.0	--
FEA	10.5	11.0	12.0	11.0	12.2	--
FA	15.0	12.6	13.8	16.2	--	--
FB	11.2	12.0	14.0	--	14.0	--
FN	5.6	4.8	5.8	5.8	7.5	13.0
FAL	7.0	7.0	4.8	7.0	7.0	11.0
MCH	5.5	5.0	5.5	5.5	7.0	8.2
MA	4.2	4.8	4.9	6.0	6.2	9.6
MM	5.0	5.2	6.2	6.2	8.5	--
MP	6.8	5.0	5.5	7.5	8.5	--
MMT	5.2	5.0	5.5	6.2	6.8	--
MB	5.0	4.8	6.2	6.4	8.2	12.2

CUADRO No. A6 CLORURO DE CALCIO (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O)

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	--	9.0	8.6	9.5	--	--
FEA	10.2	8.8	8.8	9.5	10.2	--
FA	--	9.5	11.5	12.5	14.8	--
FB	9.2	8.0	9.2	9.2	11.0	--
FN	6.8	5.0	5.4	5.8	6.2	8.2
FAL	11.2	--	4.8	5.5	5.8	7.6
MCH	4.8	6.0	5.5	7.5	8.0	10.0
MA	4.8	4.6	5.0	6.0	7.6	10.0
MM	5.5	5.5	5.8	7.5	7.0	--
MP	5.8	5.2	5.8	6.0	8.0	13.0
MMT	5.0	5.2	5.5	7.0	6.5	10.5
MB	5.4	5.4	5.8	5.6	6.5	8.5

DIAS DE EMERGENCIA EN LOS CULTIVOS DE FRIJOL Y MAIZ  
PARA TRATAMIENTOS CON SALES PURAS.

CUADRO No. A7 CLORURO DE MAGNESIO ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	14.0	8.4	9.5	12.8	13.2	--
FEA	--	8.6	9.8	10.0	11.5	16.0
FA	--	9.6	14.0	13.0	16.0	--
FB	--	8.2	9.8	12.0	12.5	--
FN	6.0	6.0	6.4	8.8	8.2	16.5
FAL	5.8	5.5	6.0	7.5	8.5	15.0
MCH	5.5	5.5	7.2	7.5	7.5	9.5
MA	4.8	5.2	6.0	7.0	7.2	9.0
MM	6.0	8.0	9.0	--	9.0	11.5
MP	5.5	6.5	7.0	7.0	11.0	10.0
MMT	6.0	5.5	6.0	6.5	3.8	9.0
MB	5.5	5.5	6.5	7.6	9.0	8.8

CUADRO No. A8 SULFATO DE MAGNESIO ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	12.2	10.0	10.2	10.8	16.0	--
FEA	--	8.8	10.0	10.5	11.5	--
FA	--	11.0	11.8	15.0	15.0	--
FB	--	8.2	9.0	9.8	12.0	--
FN	5.5	5.5	6.0	7.5	8.0	13.2
FAL	8.2	5.2	5.8	6.0	6.2	11.0
MCH	5.8	5.6	5.6	5.8	6.8	7.8
MA	5.1	6.0	5.5	5.5	6.5	7.2
MM	5.5	3.0	6.0	--	6.8	8.5
MP	7.0	6.0	6.0	6.2	10.0	7.5
MMT	5.2	5.2	6.2	6.0	7.0	7.0
MB	5.4	5.4	6.0	6.0	6.0	6.5

**DIAS DE EMERGENCIA EN LOS CULTIVOS DE FRIJOL Y MAIZ  
PARA TRATAMIENTOS CON SALES PURAS.**

**CUADRO No. A9**

**SULFATO DE SODIO (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)**

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	9.8	8.7	14.8	13.0	15.0	--
FEA	10.0	8.8	8.5	10.0	11.6	--
FA	14.0	10.5	11.8	13.2	13.2	--
FB	10.2	11.0	--	10.0	--	--
FN	5.8	6.4	6.6	7.0	7.5	11.5
FAL	16.2	5.2	14.0	5.8	6.0	13.0
MCH	4.5	5.2	5.8	6.5	7.5	11.0
MA	6.0	5.5	5.8	8.0	9.0	13.0
MM	5.5	6.0	7.0	--	8.0	--
MP	5.4	5.6	6.8	7.2	8.0	14.0
MMT	5.0	5.2	6.2	6.5	8.0	11.0
MB	5.2	5.6	7.0	7.4	7.0	8.0

**CUADRO No. A10**

**CARBONATO DE SODIO (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	15.2	--	--	--	--	--
FEA	16.0	--	--	--	--	--
FA	--	--	--	--	--	--
FB	10.0	--	--	--	--	--
FN	5.0	4.8	--	--	--	--
FAL	5.0	--	--	--	--	--
MCH	5.8	9.0	--	--	--	--
MA	6.5	8.5	--	--	--	--
MM	5.6	5.6	--	--	--	--
MP	5.0	4.8	9.0	14.0	--	--
MMT	5.0	4.8	5.2	14.0	--	--
MB	5.4	6.0	--	--	--	--



DIAS DE EMERGENCIA EN LOS CULTIVOS DE FRIJOL Y MAIZ PARA TRATAMIENTOS CON MEZCLAS DE SALES

CUADRO No. A11 SALINIDAD CLORHIDRICA ( $Cl^-/SO_4^{2-}$ ) = 2.5

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	5.5	5.3	12.0	7.0	9.0	11.0
FEA	5.4	5.2	5.6	6.2	6.8	8.5
FA	8.0	7.0	8.2	9.2	9.6	11.5
FB	5.0	5.5	6.6	6.8	8.2	10.4
FN	6.0	5.5	6.8	8.5	8.5	9.5
FAL	4.8	6.2	6.2	7.5	8.2	9.0
MCH	4.5	4.7	5.5	6.0	8.0	9.5
MA	4.0	4.2	4.8	6.5	7.2	10.5
MM	5.2	6.8	6.8	7.8	12.0	--
MP	7.4	6.0	7.2	9.0	10.0	13.8
MMT	4.8	5.2	6.2	10.6	11.0	--
MB	4.5	5.4	5.2	7.0	7.4	11.0

CUADRO No. A12 SULFATICO-SODICA ( $HCO_3^-/Cl^- + SO_4^{2-}$ ) = 2.0

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	5.4	5.5	6.2	5.8	7.0	7.6
FEA	5.0	5.4	5.4	5.8	7.0	7.5
FA	7.2	7.0	9.0	10.0	11.0	--
FB	5.5	4.8	6.0	8.5	9.0	--
FN	5.4	5.6	6.0	6.8	7.4	--
FAL	6.2	5.0	7.0	5.2	7.5	--
MCH	3.8	4.5	5.0	5.0	6.5	7.5
MA	3.6	4.5	4.5	5.4	5.8	8.0
MM	5.2	6.0	6.5	7.5	10.2	--
MP	5.5	6.4	9.0	8.5	9.0	--
MMT	4.8	4.8	5.2	7.4	7.0	12.0
MB	5.2	5.0	6.0	6.0	6.0	8.0

DIAS DE EMERGENCIA PARA LOS CULTIVOS DE FRIJOL Y MAIZ PARA TRATAMIENTOS CON MEZCLAS DE SALES

CUADRO No. A13 SULFATICO-CLORHIDRICA ( Cl/SO<sub>4</sub><sup>-</sup> ) = 1.5

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	5.4	5.5	6.2	5.7	7.0	7.6
FEA	5.0	5.4	5.4	5.8	7.0	7.5
FA	7.0	6.0	9.2	9.0	9.0	11.2
FB	5.0	5.0	5.5	5.8	6.5	7.5
FN	4.6	5.2	5.8	5.5	7.0	8.0
FAL	5.0	5.2	6.0	5.5	7.2	7.8
MCH	4.0	5.5	5.8	8.0	9.0	14.0
MA	5.2	4.5	5.5	5.0	7.2	6.5
MM	5.0	5.5	6.5	7.2	11.4	13.6
MP	7.2	7.0	--	12.0	12.4	--
MMT	5.8	5.6	6.8	8.4	9.0	11.0
MB	5.4	5.2	5.8	5.8	5.8	7.4

CUADRO No. A14 CLORHIDRICO-SULFATICA ( Cl/SO<sub>4</sub><sup>-</sup> ) = 0.6

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	6.8	6.5	6.8	7.2	8.5	9.8
FEA	6.2	6.2	6.5	7.5	7.6	9.5
FA	7.5	8.0	7.8	9.5	10.2	11.5
FB	5.0	7.0	6.8	7.8	7.5	11.0
FN	6.5	5.8	6.8	7.2	7.0	10.2
FAL	5.5	5.5	6.2	7.0	9.0	11.0
MCH	4.8	5.6	5.5	6.0	11.5	11.2
MA	5.0	4.8	5.8	7.0	7.2	12.0
MM	6.2	6.8	9.0	10.2	14.0	--
MP	6.5	9.0	11.5	9.5	13.0	--
MMT	7.2	6.2	7.0	9.0	11.0	12.2
MB	6.0	5.8	5.8	5.8	7.5	9.2

**DIAS DE EMERGENCIA PARA LOS CULTIVOS DE FRIJOL Y MAIZ PARA TRATAMIENTOS CON MEZCLAS DE SALES**

**CUADRO No. A15**

**SALINIDAD SULFATICA ( Cl<sup>-</sup>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ) = 0.15**

CULTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	6.2	6.5	6.8	7.4	9.0	--
FEA	7.3	6.5	7.2	8.2	10.5	--
FA	7.8	8.0	10.4	11.0	13.5	--
FB	7.0	7.2	8.0	7.2	9.0	--
FN	7.5	8.5	10.2	11.2	12.0	--
FAL	7.0	7.8	8.6	9.0	10.0	--
MCH	4.6	5.2	5.2	7.0	7.2	9.5
MA	5.5	4.8	6.0	8.2	6.2	9.4
MM	6.6	7.0	7.5	9.0	8.5	12.0
MP	6.0	8.4	8.8	8.8	9.0	9.5
MMT	7.0	7.0	6.8	6.0	10.0	8.8
MB	5.6	5.6	6.5	6.4	6.8	6.4

CUADRO No. A16

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON NaCl.

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 7.726 + 1.077 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.783	10.30
FEA	DG = 10.588 + 0.267 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.521	4.69
FA	DG = 11.508 + 0.891 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.580	11.81
FB	DG = 11.525 + 0.519 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.884	4.15
FN	DG = 2.464 + 1.018 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.939	12.65
FAL	DG = 4.686 + 0.553 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.595	22.42
MCH	DG = 3.908 + 0.264 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.873	8.73
MM	DG = 4.016 + 0.348 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.747	13.18
MA	DG = 2.971 + 0.377 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.826	14.89
MP	DG = 3.474 + 0.437 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.844	12.02
MMT	DG = 4.299 + 0.218 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.926	4.44
MB	DG = 2.444 + 0.580 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.905	13.43

CUADRO No. A 17

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON CaCl<sub>2</sub>.

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 8.723.+ 0.097 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.148	6.515
FEA	DG = 8.195 + 0.293 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.725	4.612
FA	DG = 7.853 + 1.096.(CE x.10 <sup>3</sup> )	0.937	5.589
FB	DG = 7.122 + 0.578 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.828	6.71
FN	DG = 3.975 + 0.456 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.868	8.539
FAL	DG = 2.491 + 0.615 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.980	3.439
MCH	DG = 4.164 + 0.473 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.809	12.161
MM	DG = 4.709 + 0.306 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.661	10.544
MA	DG = 2.417 + 0.617 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.898	12.231
MP	DG = 1.799 + 0.847 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.807	21.325
MMT	DG = 2.916 + 0.583 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.818	15.057
MB	DG = 4.088 + 0.332 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.790	10.541

CUADRO No. A18

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON  $MgCl_2$ .

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 6.599.+ 1.202 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.875	9.429
FEA	DG = 6.299 + 1.094 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.857	11.253
FA	DG = 8.329 + 1.324. (CE x.10 <sup>3</sup> )	0.845	9.810
FB	DG = 6.802 + 1.050 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.953	4.991
FN	DG = 2.355 + 1.530 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.769	25.709
FAL	DG = 2.163 + 1.420 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.822	21.889
MCH	DG = 4.699 + 0.406 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.949	4.936
MM	DG = 7.026 + 0.347 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.840	7.789
MA	DG = 4.090 + 0.413 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.967	4.332
MP	DG = 5.141 + 0.467 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.606	17.891
MMT	DG = 4.256 + 0.282 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.260	30.390
MB	DG = 4.765 + 0.402 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.841	9.212

CUADRO No. A19

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON  $MgSO_4$ .

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 7.302.+ 1.873 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.512	20.781
FEA	DG = 7.798 + 1.011 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.964	2.842
FA	DG = 9.045 + 1.749 (CE x.10 <sup>3</sup> )	0.821	8.249
FB	DG = 6.591 + 1.330 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.786	9.510
FN	DG = 2.367 + 2.016 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.803	19.511
FAL	DG = 2.842 + 1.421 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.675	22.673
MCH	DG = 4.407 + 0.482 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.777	8.338
MM	DG = 1.669 + 1.107 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.963	8.941
MA	DG = 5.041 + 0.277 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.457	10.024
MP	DG = 5.056 + 0.526 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.293	23.356
MMT	DG = 4.716 + 0.394 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.846	5.461
MB	DG = 5.140 + 0.211 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.917	2.165

CUADRO No. A29

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

CULTIVO	ECUACION	$R^2$	C V (%)
FNB	DG = $8.095 + 1.211 (CE \times 10^3)$	0.726	14.571
FEA	DG = $7.531 + 0.588 (CE \times 10^3)$	0.614	10.215
FA	DG = $9.760 + 0.612 (CE \times 10^3)$	0.942	3.133
FB	DG = $11.327 + -0.271(CE \times 10^3)$	1.000	0.000
FN	DG = $4.602 + 0.672 (CE \times 10^3)$	0.728	16.277
FAL	DG = $5.672 + 0.649 (CE \times 10^3)$	0.158	51.945
MCH	DG = $3.062 + 0.572 (CE \times 10^3)$	0.877	12.860
MM	DG = $5.311 + 0.305 (CE \times 10^3)$	0.999	0.551
MA	DG = $2.711 + 0.777 (CE \times 10^3)$	0.901	13.335
MP	DG = $2.576 + 0.794 (CE \times 10^3)$	0.818	19.465
MMT	DG = $4.918 + 0.395 (CE \times 10^3)$	0.591	18.305
MB	DG = $5.439 + 0.215 (CE \times 10^3)$	0.839	5.831

CUADRO No. A21

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

CULTIVO	ECUACION	$R^2$	C V (%)
MP	DG = $0.475 + 1.765 (CE \times 10^3)$	0.931	18.413
MMT	DG = $0.134 + 1.580 (CE \times 10^3)$	0.585	59.221

CUADRO No. A22

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON SALINIDAD CLORHIDRICA.

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 6.056 + 0.552 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.324	29.627
FEA	DG = 4.251 + 0.435 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.922	6.408
FA	DG = 6.133 + 0.584 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.987	2.335
FN	DG = 5.428 + 0.420 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.766	10.067
FB	DG = 4.257 + 0.638 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.934	7.420
FAL	DG = 5.350 + 0.407 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.887	6.426
MCH	DG = 3.176 + 0.420 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.868	9.207
MM	DG = 4.462 + 0.613 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.569	23.852
MA	DG = 2.124 + 0.584 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.926	11.723
MP	DG = 3.646 + 0.718 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.953	8.093
MMT	DG = 2.632 + 0.886 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.824	18.531
MB	DG = 3.165 + 0.521 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.834	15.213

CUADRO No. A23

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON SALINIDAD SULFATICO-SODICA.

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 6.137 + 1.110 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.573	16.504
FEA	DG = 2.816 + 1.402 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.883	15.008
FA	DG = 5.995 + 1.148 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.999	0.471
FN	DG = 4.980 + 0.518 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.914	4.473
FB	DG = 3.404 + 1.295 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.922	9.694
FAL	DG = 4.714 + 0.515 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.369	19.855
MCH	DG = 3.465 + 0.420 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.868	9.207
MM	DG = 4.205 + 0.764 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.732	15.728
MA	DG = 3.116 + 0.474 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.846	11.538
MP	DG = 5.967 + 0.516 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.762	8.989
MMT	DG = 2.171 + 0.968 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.835	18.851
MB	DG = 4.262 + 0.364 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.857	7.701

CUADRO No. A24

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON SALINIDAD SULFATICO-CLORHIDRICA.

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 4.992 + 0.300 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.826	6.501
FEA	DG = 4.632 + 0.333 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.815	7.746
FA	DG = 5.747 + 0.658 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.866	8.832
FN	DG = 4.371 + 0.405 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.827	8.899
FB	DG = 4.345 + 0.360 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.950	4.112
FAL	DG = 4.531 + 0.379 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.798	9.133
MCH	DG = 2.293 + 0.852 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.880	16.151
MM	DG = 2.621 + 0.859 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.868	16.527
MA	DG = 4.120 + 0.223 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.588	14.209
MP	DG = 5.237 + 0.864 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.977	6.149
MMT	DG = 4.222 + 0.544 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.980	4.118
MB	DG = 4.567 + 0.198 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.821	6.700

CUADRO No. A25

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON SALINIDAD CLORHIDRICO-SULFATICA.

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 5.361 + 0.578 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.882	7.000
FEA	DG = 5.170 + 0.551 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.905	6.167
FA	DG = 6.732 + 0.642 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.857	7.172
FN	DG = 4.679 + 0.645 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.840	9.834
FB	DG = 5.367 + 0.639 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.692	13.661
FAL	DG = 3.746 + 0.962 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.913	9.820
MCH	DG = 2.873 + 0.822 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.664	26.076
MM	DG = 3.933 + 1.172 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.880	12.749
MA	DG = 2.243 + 0.827 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.843	17.180
MP	DG = 7.917 + 0.547 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.510	14.726
MMT	DG = 4.149 + 0.797 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.922	9.054
MB	DG = 4.183 + 0.426 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.742	13.058



CUADRO No. A26

MODELOS PARA LOS DIAS DE EMERGENCIA SEGUN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE SOLUCIONES CON SALINIDAD SULFATICA.

CULTIVO	ECUACION	R <sup>2</sup>	C V (%)
FNB	DG = 5.414 + 0.717 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.727	9.604
FEA	DG = 4.815 + 1.172 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.791	12.051
FA	DG = 6.096 + 1.652 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.938	6.405
FN	DG = 7.289 + 1.137 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.996	0.990
FB	DG = 6.649 + 0.428 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.440	9.966
FAL	DG = 6.987 + 0.665 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.926	3.429
MCH	DG = 3.196 + 0.762 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.805	13.270
MM	DG = 4.949 + 0.810 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.749	12.852
MA	DG = 3.442 + 0.731 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.684	17.304
MP	DG = 8.030 + 0.183 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.912	1.531
MMT	DG = 5.581 + 0.449 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.330	20.003
MB	DG = 5.569 + 0.162 (CE x 10 <sup>3</sup> )	0.578	5.259

**A P E N D I C E    B**

**LONGITUD DE LA RAIZ EN (cm) DE DOCE CULTIVOS (MAIZ Y  
FRIJOL) A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO  
EXPUESTOS A SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION  
TOTAL.**

CUADRO No. B1

**CLORURO DE SODIO (NaCl)**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	6.73	11.70	9.13	6.60	8.30	3.30
FEA	9.90	13.60	11.46	9.90	9.83	4.93
FA	11.70	10.50	9.53	8.90	7.70	5.83
FB	9.30	9.83	9.53	6.73	7.03	4.16
FN	12.46	13.86	13.13	10.43	7.73	5.83
FAL	15.56	13.10	10.96	10.23	10.03	6.80
MCH	20.50	19.00	20.66	17.16	12.16	7.00
MA	26.33	16.90	15.70	17.03	15.53	9.53
MM	18.66	23.30	15.00	13.33	15.10	8.10
MP	28.16	21.06	19.53	19.33	14.43	9.40
MMT	23.23	21.86	22.00	17.70	15.80	6.00
MB	21.76	22.70	17.56	14.53	12.90	11.90

CUADRO No. B2

**CLORURO DE CALCIO (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O)**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	7.53	14.06	12.63	16.26	11.93	6.70
FEA	10.76	13.76	11.46	15.43	15.70	10.46
FA	8.40	17.13	14.10	11.73	11.06	9.10
FB	8.73	13.50	14.06	9.70	9.90	10.56
FN	8.50	11.66	9.20	11.53	11.06	12.06
FAL	10.16	8.70	8.86	7.76	11.10	7.96
MCH	22.70	23.00	18.66	16.66	12.46	10.80
MA	20.20	21.43	19.36	14.66	13.80	11.40
MM	21.90	25.40	21.66	16.93	15.00	8.76
MP	19.40	22.93	21.70	14.83	15.73	11.50
MMT	25.46	25.23	20.66	19.43	15.43	10.96
MB	22.2	21.33	21.50	21.03	18.16	11.63

**LONGITUD DE LA RAIZ EN (cm) DE DOCE CULTIVOS (MAIZ Y FRIJOL) A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.**

CUADRO No. B3

**CLORURO DE MAGNESIO (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O)**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	10.76	11.90	10.00	6.83	5.63	3.73
FEA	9.33	11.33	10.90	10.10	6.76	6.03
FA	10.60	12.76	9.30	10.16	9.90	6.76
FB	9.03	11.33	7.90	8.16	6.60	3.73
FN	11.83	11.56	7.06	6.86	5.00	2.86
FAL	13.63	12.30	7.73	8.46	6.16	4.20
MCH	20.73	23.06	15.53	10.73	7.96	5.03
MA	23.23	21.50	18.23	12.60	9.80	4.76
MM	18.76	15.43	13.23	8.66	7.73	3.73
MP	18.36	16.20	13.53	10.83	8.53	5.46
MMT	15.93	22.53	14.36	12.33	11.30	5.40
MB	20.86	18.06	17.56	11.50	9.60	5.13

CUADRO No. B4

**SULFATO DE MAGNESIO (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O)**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	8.93	11.20	8.16	8.66	7.23	6.30
FEA	7.60	10.66	8.86	7.83	7.53	6.56
FA	9.33	13.10	11.70	11.26	8.63	8.10
FB	8.86	11.03	9.00	8.56	6.20	5.43
FN	12.60	8.86	8.90	7.03	8.90	6.66
FAL	10.33	10.43	7.43	6.96	6.30	6.66
MCH	21.40	26.43	16.66	13.90	11.13	11.00
MA	23.73	20.33	13.56	13.80	14.86	9.13
MM	23.50	22.16	13.23	14.23	15.26	6.43
MP	20.40	27.23	21.55	16.06	16.16	8.83
MMT	21.93	23.93	20.93	19.36	11.70	12.70
MB	22.16	21.23	15.80	18.23	9.66	11.26

**LONGITUD DE LA RAIZ EN (cm) DE DOCE CULTIVOS (MAIZ Y FRIJOL) A LOS 17 DÍAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.**

CUADRO No. B5

**SULFATO DE SODIO ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	8.30	11.60	10.06	7.30	5.83	4.46
FEA	10.63	12.70	9.26	9.13	8.20	6.13
FA	10.76	10.83	10.20	11.16	8.10	6.56
FB	9.83	10.60	10.53	7.63	6.90	5.00
FN	10.70	11.26	7.23	6.76	7.00	4.86
FAL	9.66	12.40	7.73	7.60	6.20	5.40
MCH	20.10	20.10	14.13	11.56	9.46	8.50
MA	20.60	21.50	15.10	11.36	9.80	7.00
MM	18.50	31.60	18.83	15.53	13.20	6.90
MP	29.03	27.33	19.33	16.06	9.06	5.73
MMT	23.26	22.66	15.80	17.53	11.20	9.66
MB	21.43	17.50	12.16	12.20	10.93	8.53

CUADRO No. B6

**CARBONATO DE SODIO ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	10.23	5.73	2.66	0.0	0.00	0.00
FEA	6.86	5.66	2.50	0.0	0.00	0.00
FA	10.06	6.93	1.76	1.5	0.00	0.00
FB	7.90	2.46	0.00	0.0	0.00	0.00
FN	12.43	5.33	1.36	1.20	0.00	0.00
FAL	12.86	6.86	2.00	6.16	0.00	0.00
MCH	23.00	9.60	3.30	3.90	2.90	0.00
MA	19.83	11.20	4.43	3.46	3.70	2.53
MM	20.6	10.30	3.83	3.26	3.26	2.36
MP	21.93	9.90	4.03	4.33	3.36	1.66
MMT	23.50	9.36	5.96	4.80	2.93	2.43
MB	22.06	12.93	6.73	4.23	3.73	2.13

LA LONGITUD DE RAIZ EN (cm) DE DOCE CULTIVOS (FRIJOL Y MAIZ) A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION CUALITATIVA.

CUADRO No. B7

SALINIDAD CLORHIDRICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 2.5

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	13.00	13.16	10.00	7.66	7.00	7.00
FEA	10.16	12.16	9.33	9.00	6.33	5.50
FA	14.66	18.50	12.83	11.66	9.00	6.50
FB	11.66	13.00	11.16	7.66	7.50	4.16
FN	12.16	10.66	9.50	7.33	7.50	5.50
FAL	12.00	12.16	12.16	8.16	7.16	5.50
MCH	17.66	21.33	20.33	16.16	12.50	8.16
MA	17.83	23.00	18.00	13.66	16.33	10.33
MM	15.50	18.33	20.66	15.00	14.16	8.66
MP	19.50	21.0	14.33	14.33	10.50	8.50
MMT	14.33	15.83	9.83	9.33	9.26	6.50
MB	16.00	15.66	13.00	11.33	9.00	7.16

CUADRO No. B8

SALINIDAD SULFATICO-SODICA ( $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^-$ ) = 2.0

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	12.00	11.83	7.50	6.10	3.50	0.83
FEA	14.16	11.83	5.66	4.00	1.66	0.56
FA	14.16	9.33	6.16	4.83	3.16	1.26
FB	8.16	6.00	3.83	3.50	2.16	0.30
FN	9.83	9.50	4.50	3.43	2.16	0.76
FAL	10.50	11.10	5.60	4.96	3.70	1.13
MCH	25.00	16.33	8.30	7.63	5.70	3.03
MA	24.33	21.33	9.50	9.16	4.00	2.33
MM	25.50	15.26	9.33	8.83	4.33	2.50
MP	23.73	13.50	10.23	7.16	5.23	2.56
MMT	19.00	16.33	7.73	5.93	4.83	2.73
MB	16.66	13.50	10.16	6.33	6.16	2.83

LA LONGITUD DE RAIZ EN (cm) DE DOCE CULTIVOS (FRIJOL Y MAIZ) A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION CUALITATIVA.

CUADRO No. B9

SALINIDAD SULFATICO-CLORHIDRICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 1.5

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	14.00	13.00	13.16	8.40	6.43	6.50
FEA	12.83	12.83	10.16	9.33	7.00	6.06
FA	15.16	14.16	14.16	11.66	8.33	7.66
FB	12.16	11.60	7.50	8.83	6.83	4.66
FN	12.93	10.76	8.33	8.83	6.83	6.80
FAL	13.16	10.33	8.90	6.83	6.66	6.00
MCH	20.33	17.50	16.83	14.50	15.50	11.00
MA	27.00	19.66	14.56	15.33	16.16	8.83
MM	18.83	18.83	17.83	14.50	13.50	9.60
MP	20.66	16.50	11.66	14.50	13.16	9.00
MMT	15.50	17.33	13.90	11.50	12.33	7.66
MB	15.00	15.66	12.83	13.83	9.50	8.00

CUADRO No. B10

SALINIDAD CLORHIDRICO-SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 0.6

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	11.00	10.76	8.53	7.10	5.43	4.06
FEA	12.00	11.83	7.50	7.00	5.00	4.40
FA	13.00	12.16	11.50	11.73	8.33	6.16
FB	9.66	9.50	6.50	4.83	4.83	3.66
FN	7.66	11.03	7.33	5.66	5.83	3.00
FAL	11.00	10.00	5.83	4.50	3.66	3.33
MCH	22.33	14.83	12.66	11.00	10.66	6.83
MA	15.33	14.16	11.33	10.00	8.50	5.66
MM	18.50	17.16	13.00	12.50	8.50	6.33
MP	21.83	17.50	15.50	13.16	10.83	6.83
MMT	15.83	14.50	12.50	11.33	9.33	7.00
MB	13.50	16.66	12.00	11.66	9.16	9.50

LA LONGITUD DE RAIZ EN (cm) DE DOCE CULTIVOS (FRIJOL Y MAIZ) A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION CUALITATIVA.

CUADRO No. B11

SALINIDAD SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 0.15

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	8.83	10.50	4.63	5.43	2.36	1.76
FEA	11.10	10.00	5.00	4.83	3.35	2.20
FA	9.16	11.00	7.50	4.66	5.26	4.50
FB	8.33	8.00	3.83	4.00	2.90	1.66
FN	10.83	6.93	3.00	2.76	3.66	1.50
FAL	10.50	7.00	3.80	3.66	2.83	1.50
MCH	17.66	20.83	11.66	12.16	8.56	6.83
MA	14.33	16.83	13.00	9.50	9.23	8.40
MM	20.50	16.83	13.83	11.33	9.36	6.66
MP	14.63	15.90	11.10	8.93	10.00	8.50
MMT	14.40	14.30	11.10	10.30	7.00	6.16
MB	13.50	15.33	12.50	9.00	9.10	8.00



### BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO FRESCO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCI AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.

CUADRO No. B12.

#### CLORURO DE SODIO (NaCl)

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	10.0	12.5	14.0	9.0	11.5	5.5(4)
FEA	13.0	16.5	15.0	15.0	13.0	9.0
FA	27.0	26.0	28.0	25.0	21.0	16.0(5)
FB	9.0	10.0	9.5	7.8	9.0	6.0
FN	8.5	11.8	12.4	11.3	9.4	6.9
FAL	9.0	9.8	10.9	10.0	9.8	9.8
MCH	11.0	8.0	8.0	8.2	8.0	6.5
MA	10.5	12.0	10.5	11.5	10.5	8.0
MM	9.0	9.0	6.5	7.5	7.0	4.0
MP	9.0	7.5	8.0	7.5	6.0	5.0
MMT	8.0	9.2	10.2	11.5	9.5	7.0
MB	13.8	14.5	13.3	12.0	12.2	11.8

CUADRO No. B13.

#### CLORURO DE CALCIO (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O)

CULTIVO	TRATAMIENTOS					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	9.9	9.9	10.6	12.0	9.2	6.8
FEA	12.0	13.0	13.8	13.0	15.5	10.5
FA	25.0	31.8	27.0	29.0	24.8	19.5
FB	10.0	9.8	11.0	10.0	9.5	7.8
FN	8.0	12.3	11.0	10.5	12.5	10.0
FAL	7.5	11.0	10.3	10.0	11.0	8.0
MCH	8.5	10.0	10.0	6.5	7.0	6.9
MA	9.0	15.0	10.0	8.0	8.0	7.0
MM	10.0	11.0	8.5	8.0	8.5	6.0
MP	9.5	10.0	9.0	7.5	6.0	5.0
MMT	12.0	10.8	12.2	9.0	9.5	7.0
MB	13.9	15.0	14.2	13.9	10.0	11.0

Nota: Los datos representan la biomasa de tres plántulas.

### BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO FRESCO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.

CUADRO No. BI4

#### CLORURO DE MAGNESIO ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	8.8	9.0	12.0	9.2	9.0	5.0
FEA	9.8	10.8	11.0	12.0	10.0	11.0
FA	22.0	22.3	24.0	19.0	19.2	16.2
FB	6.3	8.0	7.8	7.3	8.0	4.0
FN	6.5	10.2	9.0	8.0	8.0	4.0
FAL	6.0	8.0	8.8	8.8	8.0	6.0
MCH	9.0	8.3	7.9	7.0	6.0	5.2
MA	8.0	9.0	8.5	8.8	7.0	5.0
MM	7.0	8.8	5.0	6.7	7.0	5.0
MP	5.2	7.0	6.3	7.0	6.8	4.8
MMT	10.0	7.3	6.8	8.0	8.8	7.2
MB	12.2	12.0	12.0	10.2	9.8	7.8

CUADRO No. BIS

#### SULFATO DE MAGNESIO ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	7.0	8.0	8.0	8.0	7.5	6.0
FEA	7.0	8.2	8.0	7.0	8.4	8.8
FA	19.0	21.2	20.1	23.3	17.2	17.8
FB	4.8	5.9	6.0	6.0	6.0	5.0
FN	7.2	9.9	8.0	8.4	8.0	7.0
FAL	5.2	7.8	9.0	7.5	7.0	6.9
MCH	7.2	7.5	7.0	7.0	6.3	5.0
MA	8.5	10.0	9.0	7.0	9.0	6.0
MM	7.5	8.5	8.1	8.5	7.1	5.2
MP	7.5	10.0	7.0	9.5	9.5	6.8
MMT	10.8	11.2	11.2	11.0	10.2	8.5
MB	12.3	14.8	12.8	12.5	7.3	8.0

### BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO FRESCO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.

CUADRO No. B16

#### SULFATO DE SODIO ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	10.2	11.0	11.5	10.5	9.0	7.0
FEA	9.0	11.0	12.0	14.0	10.0	9.0
FA	26.0	24.5	24.5	22.0	26.0	21.5
FB	7.1	8.6	11.0	9.8	7.8	6.4
FN	7.4	12.2	10.8	7.0	8.5	6.0
FAL	7.3	10.0	10.2	7.8	6.0	7.5
MCH	7.3	5.6	5.0	4.0	3.8	3.0
MA	8.0	9.2	8.2	4.5	4.5	3.0
MM	7.5	7.0	8.0	5.0	4.0	2.5
MP	7.5	10.2	7.0	6.0	5.0	3.0
MMT	12.0	9.8	10.0	8.2	6.0	5.5
MB	11.0	14.0	12.2	12.0	12.2	8.5

CUADRO No.B17

#### CARBONATO DE SODIO ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	12.0	6.2	5.5	0.0	0.0	0.0
FEA	11.2	9.4	6.2	0.0	0.0	0.0
FA	21.0	17.3	13.9	9.3	0.0	0.0
FB	8.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FN	9.0	7.9	4.0	4.0	0.0	0.0
FAL	8.5	5.0	3.3	4.0	0.0	0.0
MCH	6.0	5.0	3.0	4.0	3.5	3.0
MA	10.9	7.0	4.0	3.0	4.1	3.5
MM	7.0	5.0	3.5	3.8	4.0	3.2
MP	8.5	5.5	3.5	3.5	3.5	2.0(4)
MMT	10.2	7.0	5.5	5.0	4.8	3.5
MB	13.0	8.0	6.5	6.0	5.0	4.5

**BIOMASA TOTAL**

DETERMINACION DEL PESO FRESCO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE COMPOSICION CUALITATIVA.

CUADRO. No.B18

SALINIDAD CLORHIDRICA ( $Cl^- / SO_4^{2-}$ ) = 2.5

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	13.2	14.8	13.5	13.0	10.9	9.5
FEA	13.0	14.0	15.2	13.5	12.5	10.0
FA	34.9	32.5	33.0	29.3	28.0	23.8
FB	12.9	15.6	13.1	11.8	10.0	8.2
FN	12.3	13.0	12.0	10.0	9.8	8.0
FAL	11.0	12.2	11.0	9.9	8.8	7.0
MCH	10.0	11.0	9.0	8.0	8.0	6.5
MA	12.0	13.0	10.5	10.0	10.2	8.8
MM	12.2	12.0	10.5	9.5	7.5	7.0
MP	11.0	11.5	9.5	9.9	8.3	6.9
MMT	9.0	10.8	9.0	8.8	8.2	6.7
MB	9.0	13.5	11.0	11.0	6.7	7.0

CUADRO No. B19

SALINIDAD SULFATICO-SODICA ( $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{2-}$ ) = 2.0

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	10.5	14.5	9.5	6.5	6.1	6.0
FEA	17.2	12.0	9.8	8.5	6.5	6.3
FA	29.2	29.5	24.5	21.6	19.0	14.5
FB	7.5	7.5	5.8	5.3	5.3	4.5
FN	9.7	8.5	6.5	5.2	5.0	4.5
FAL	7.5	8.0	6.2	6.0	5.3	4.0
MCH	8.5	7.3	5.2	5.0	4.5	3.5
MA	12.0	11.0	6.0	7.0	6.5	5.0
MM	14.0	12.5	8.0	7.0	7.0	5.0
MP	13.0	11.3	9.5	8.7	7.0	5.1
MMT	12.0	11.3	7.8	8.5	7.0	4.9
MB	15.0	15.1	10.3	10.0	8.1	6.3

Nota. Los datos representan la biomasa de tres plántulas.

### BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO FRESCO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE COMPOSICION CUALITATIVA.

CUADRO No. B20

SALINIDAD SULFATICO-CLORHIDRICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 1.5

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	11.9	13.5	10.0	10.5	8.0	8.0
FEA	15.2	13.3	14.5	12.0	11.9	9.2
FA	22.5	29.5	29.0	26.8	23.2	21.5
FB	12.5	14.0	10.5	9.5	8.5	8.0
FN	12.2	12.0	11.9	10.8	9.3	8.2
FAL	11.0	11.5	12.0	10.9	9.0	9.0
MCH	9.0	13.0	8.9	10.5	8.5	7.5
MA	11.0	11.0	9.0	10.0	9.0	8.5
MM	7.9	8.5	7.9	7.9	7.8	6.2
MP	8.0	7.2	6.0	11.0	10.0	6.0
MMT	8.0	10.0	7.5	8.3	9.5	7.0
MB	8.9	10.5	9.0	8.0	9.5	7.0

CUADRO No. B21

SALINIDAD CLORHIDRICO-SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 0.6

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	12.6	11.0	9.0	8.8	7.2	6.0
FEA	12.8	14.8	10.8	11.0	9.8	9.0
FA	28.2	28.8	29.0	31.0	28.5	22.1
FB	12.0	11.0	10.0	8.0	7.0	6.0
FN	8.0	11.9	8.2	7.5	7.3	5.0
FAL	10.0	11.3	8.5	7.4	5.5	5.5
MCH	7.0	7.4	5.6	5.2	5.0	5.0
MA	7.2	9.8	5.8	6.8	6.9	5.3
MM	9.5	8.8	8.0	5.8	5.4	4.6
MP	10.0	7.4	9.0	8.4	7.8	4.5
MMT	7.5	9.9	8.0	7.6	6.8	4.9
MB	7.1	8.0	8.2	8.0	6.5	7.0

BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO FRESCO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE COMPOSICION CUALITATIVA.

CUADRO No. B22

SALINIDAD SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 0.15

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	12.3	14.7	8.8	10.1	6.6	5.2
FEA	12.5	13.0	11.1	9.0	8.0	7.9
FA	30.0	32.9	24.0	23.0	20.4	17.1
FB	10.2	10.0	8.0	8.3	7.5	6.2
FN	10.9	10.0	6.0	5.9	6.7	4.8
FAL	9.0	8.0	5.6	6.4	6.0	5.0
MCH	10.0	8.6	7.2	7.2	8.3	6.3
MA	11.1	10.1	8.0	7.0	7.4	6.1
MM	9.9	9.9	10.0	8.6	7.4	6.5
MP	9.5	10.4	9.0	7.9	8.0	5.9
MMT	8.5	9.5	7.7	7.5	5.8	4.9
MB	8.5	8.1	10.2	6.8	7.8	7.2

### BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO SECO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.

CUADRO No. B23

#### CLORURO DE SODIO (NaCl)

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.46	1.41	1.55	1.10	1.20	0.75
FEA	1.76	2.07	1.70	1.83	1.50	1.61
FA	3.50	3.33	3.94	3.44	3.40	3.15
FB	1.25	1.17	1.12	1.11	1.16	1.05
FN	1.22	1.25	1.20	1.13	1.13	0.88
FAL	1.06	0.84	0.88	0.90	0.98	0.84
MCH	1.69	1.08	1.14	1.27	1.19	1.07
MA	1.75	1.50	1.43	1.81	1.62	1.53
MM	1.50	1.35	1.13	1.28	1.23	1.08
MP	1.45	1.20	1.49	1.01	1.16	1.30
MMT	1.27	1.34	1.54	1.45	1.53	1.89
MB	2.38	2.02	2.20	2.30	1.88	1.24

CUADRO No. B24

#### CLORURO DE CALCIO (CaCl<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O)

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.42	1.52	1.58	1.66	1.55	1.36
FEA	1.77	2.08	2.04	1.86	2.22	1.70
FA	3.50	5.04	4.17	4.40	4.28	4.12
FB	1.50	1.44	1.56	1.58	1.32	1.35
FN	1.21	1.43	1.30	1.13	1.30	1.25
FAL	1.12	0.85	1.02	0.83	1.01	0.88
MCH	1.69	1.55	1.49	1.06	1.28	1.21
MA	1.96	2.21	1.64	1.25	1.32	1.53
MM	1.68	1.60	1.43	1.33	1.42	1.23
MP	1.53	1.51	1.31	1.20	1.03	1.22
MMT	1.96	1.73	1.78	1.42	1.46	1.66
MB	2.03	2.11	2.13	2.10	1.73	2.10

### BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO SECO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.

CUADRO No. B25

#### CLORURO DE MAGNESIO ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.15	1.37	1.64	1.29	1.35	1.02
FEA	1.59	1.70	1.64	1.77	1.56	1.50
FA	4.34	3.38	4.07	3.37	3.26	4.23
FB	1.15	1.16	1.17	1.08	1.26	1.08
FN	1.22	1.39	1.11	0.93	1.13	1.30
FAL	1.40	1.09	0.83	0.97	1.06	1.17
MCH	1.87	1.45	1.59	1.28	1.04	1.27
MA	1.99	2.14	1.56	1.60	1.72	1.50
MM	1.54	1.57	1.15	1.17	1.20	1.15
MP	1.11	1.17	1.13	1.32	1.10	1.13
MMT	2.16	1.40	1.67	1.56	1.75	1.66
MB	2.92	2.37	2.27	2.22	2.10	2.07

CUADRO No. B26

#### SULFATO DE MAGNESIO ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.18	1.35	1.28	1.23	1.32	1.30
FEA	1.43	1.62	1.38	1.16	1.48	1.61
FA	4.26	3.69	3.83	4.44	4.42	3.98
FB	0.97	1.12	1.07	1.16	1.06	0.83
FN	1.44	1.45	1.07	0.94	0.91	0.93
FAL	1.02	0.97	0.83	0.79	0.85	0.95
MCH	1.57	1.49	1.26	1.25	1.22	1.11
MA	1.84	1.91	1.90	1.44	1.74	1.53
MM	1.55	1.38	1.27	1.30	1.22	1.14
MP	1.45	1.55	1.24	1.39	1.58	1.36
MMT	2.15	1.99	1.90	1.56	1.77	1.52
MB	2.25	2.40	2.60	2.10	2.52	2.07



### BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO SECO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 17 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE DIFERENTE CONCENTRACION TOTAL.

CUADRO No. B27

#### SULFATO DE SODIO ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.70	1.66	1.79	1.53	1.47	1.30
FEA	1.57	1.91	2.00	2.27	1.60	1.41
FA	4.11	3.77	3.67	3.19	4.00	4.02
FB	1.30	1.42	1.64	1.48	1.00	0.90
FN	1.15	1.39	1.16	0.90	1.04	0.97
FAL	1.17	1.26	1.02	1.03	0.83	1.09
MCH	1.66	1.32	1.12	0.99	1.07	0.88
MA	1.77	1.78	1.56	1.28	1.38	1.12
MM	1.29	1.20	1.40	1.06	1.13	1.10
MP	1.22	1.22	1.12	1.20	1.19	1.09
MMT	1.89	1.55	1.55	1.49	1.48	1.40
MB	2.10	2.41	2.03	2.08	2.18	1.98

CUADRO No. B28

#### CARBONATO DE SODIO ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.42	0.99	1.39	0.00	0.00	1.32
FEA	1.33	1.79	1.56	0.00	0.00	0.00
FA	3.36	3.20	3.86	3.31	0.00	0.00
FB	1.07	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FN	1.39	1.24	0.95	1.20	0.00	0.00
FAL	1.04	0.70	1.09	0.83	0.00	0.00
MCH	1.56	1.11	1.05	1.05	1.23	1.13
MA	1.50	1.25	1.36	1.37	1.37	1.25
MM	1.26	1.06	1.13	1.19	1.11	1.11
MP	1.56	1.02	0.87	0.95	1.09	0.49
MMT	1.73	1.66	1.40	1.49	1.54	1.48
MB	2.56	2.10	2.03	1.77	1.64	1.68

**BIOMASA TOTAL**

DETERMINACION DEL PESO SECO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE COMPOSICION CUALITATIVA.

CUADRO No. B29

SALINIDAD CLORHIDRICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ )=2.5

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.5	1.4	1.3	1.5	1.2	1.3
FEA	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.4
FA	3.8	4.6	4.2	4.4	5.2	5.5
FB	1.4	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5
FN	1.4	1.6	1.3	1.1	1.4	1.1
FAL	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	0.7
MCH	1.2	1.4	1.2	1.2	1.3	1.3
MA	1.8	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
MM	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.9
MP	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6	1.4
MMT	1.7	1.9	1.9	1.9	1.9	1.3
MB	1.9	2.1	2.0	2.3	2.1	2.1

CUADRO No. B30

SALINIDAD SULFATICO-SODICA ( $HCO_3^- / Cl^- + SO_4^{=}$ ) = 2.0

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.4	2.3	1.5	1.5	1.6	1.8
FEA	2.0	1.6	1.6	1.7	1.9	2.0
FA	4.4	4.2	4.6	4.3	5.0	4.3
FB	1.2	1.8	1.0	1.2	1.4	1.4
FN	1.4	1.4	1.3	1.3	1.7	1.9
FAL	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
MCH	1.5	1.4	1.2	1.3	1.2	1.1
MA	1.2	1.8	1.5	1.7	1.3	1.4
MM	1.9	1.9	1.9	1.6	1.6	1.9
MP	1.7	1.9	2.1	1.8	1.7	1.8
MMT	1.8	1.7	1.7	1.8	1.7	1.8
MB	2.0	2.3	1.9	2.0	2.0	2.4

**BIOMASA TOTAL**

DETERMINACION DEL PESO SECO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE COMPOSICION CUALITATIVA.

CUADRO No. B31

**SALINIDAD SULFATICO-CLORHIDRICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 1.5**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.4	1.5	1.3	1.5	1.4	1.5
FEA	1.8	1.7	1.9	1.7	1.8	1.8
FA	3.8	4.0	4.5	4.2	4.2	4.8
FB	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4
FN	1.4	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2
FAL	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2
MCH	1.5	1.7	1.5	1.7	1.1	1.4
MA	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8
MM	1.9	2.2	2.0	2.1	2.0	1.9
MP	2.2	2.5	2.4	2.0	2.2	1.6
MMT	1.9	2.0	2.0	2.1	2.4	2.1
MB	2.2	2.5	2.3	2.2	2.4	2.2

CUADRO No. B32

**SALINIDAD CLORHIDRICO-SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 0.6**

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.6	1.5	1.7	1.5	1.3	1.6
FEA	1.6	1.8	1.7	2.3	1.4	1.5
FA	3.9	3.9	4.4	5.1	4.2	5.3
FB	1.5	1.2	1.4	1.3	1.4	1.4
FN	1.2	1.5	1.3	1.4	1.4	1.2
FAL	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2
MCH	1.3	1.5	1.3	1.3	1.7	1.6
MA	1.9	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6
MM	1.8	1.9	2.1	2.0	2.1	2.2
MP	1.9	2.0	1.7	1.8	1.9	2.2
MMT	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.9
MB	2.0	2.3	2.2	2.6	3.0	2.1

BIOMASA TOTAL

DETERMINACION DEL PESO SECO EN (g) DE SEIS CULTIVOS DE FRIJOL Y SEIS DE MAIZ A LOS 14 DIAS POST-EMERGENCIA AL HABER SIDO EXPUESTOS A SEIS TRATAMIENTOS CON SOLUCIONES SALINAS DE COMPOSICION CUALITATIVA.

CUADRO No. B33

SALINIDAD SULFATICA ( $Cl^- / SO_4^{=}$ ) = 0.15

CULTIVO	TRATAMIENTO					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
FNB	1.7	2.2	1.3	1.5	1.2	1.3
FEA	1.3	1.4	1.7	1.5	1.6	2.0
FA	4.3	4.8	5.7	5.3	5.4	5.6
FB	1.4	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3
FN	1.3	1.3	1.8	1.1	1.5	1.6
FAL	1.1	1.2	1.1	1.1	1.3	1.3
MCH	1.6	1.2	1.6	1.6	1.5	1.5
MA	1.6	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5
MM	1.8	1.8	2.0	2.1	2.1	2.2
MP	2.0	1.9	2.0	1.8	1.8	1.8
MMT	1.7	1.7	1.7	1.6	1.8	1.7
MB	2.3	2.2	2.7	2.4	2.0	2.0