

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS Y CONCENTRACIONES DE SALES  
SOBRE LA GERMINACIÓN DEL CHILE  
(*Capsicum annuum* var. *Caballero*)**

Por:

**JOSÉ ÁNGEL FLORES REYES**

Tesis

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Buenvista, Saltillo, Coahuila México

Diciembre de 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES TIPOS DE SALES SOBRE LA  
GERMINACIÓN DEL CHILE  
(*Capsicum annuum* var. Caballero)**

**Presentado por:**

**JOSÉ ÁNGEL FLORES REYES**

**TESIS**

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como  
Requisito Parcial Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**Aprobado**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**Dra. MANUELA BOLÍVAR DUARTE**

**Vocal**

**Vocal**

**Dr. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES**

**Mc. LUÍS RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ**

**CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**Dr. RAÚL RODRÍGUEZ GARCÍA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila México**

**Diciembre de 2008**

## ÍNDICE

	Pagina
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>viii</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Justificación.....	1
Objetivo.....	2
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
Origen.....	3
Clasificación Taxonómica.....	4
Descripción botánica.....	4
Producción Mundial del Chile.....	4
Producción Nacional del Chile.....	5
Germinación.....	8
Proceso de Germinación de la Semilla.....	8
Requerimientos para la Germinación.....	9
Factores Ambientales que influyen en la Germinación.....	9
La Salinidad en México.....	10
Factores que Favorecen el proceso de salinización.....	11
Conductividad Eléctrica.....	12
Efecto de la Salinidad en la Germinación.....	12
Efecto de los Altos Contenidos de Sales en el Suelo y en la Planta.....	14
Efecto del Cation Sodio (Na) <sup>+</sup> .....	17
Efecto del Cation Magnesio (Mg) <sup>++</sup> .....	17
Efecto del Cation Calcio (Ca) <sup>++</sup> .....	18
Efecto del Cation Cloro (Cl) <sup>-</sup> .....	18

Efecto Sobre el Rendimiento del Chile.....	19
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
Ubicación del Experimento.....	20
Material Utilizado.....	20
Variables Evaluadas.....	24
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	25
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
Germinación Fisiológica.....	27
Plántulas Normales.....	30
Semillas Muertas.....	38
Longitud de Plúmula.....	41
Longitud de Raíz.....	44
Peso Seco.....	46
<b>V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	48
<b>VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1.	Clasificación taxonómica del chile.....	4
Cuadro 1.2.	Producción mundial de chile.....	6
Cuadro 1.3	Superficie cosechada de los principales estados productores de chile verde y seco.....	8
Cuadro 1.4	La productividad de los cultivos del Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora.....	19
Cuadro 3.1	Descripción de los tratamientos.....	21
Cuadro 3.2	Cuadro de concentración de valores para la preparación de sales.....	23
Cuadro 4.1	Porcentaje de germinación fisiológica para el chile bajo cuatro concentraciones y tres tipos de sales.....	30
Cuadro 4.2	Porcentaje de plántulas normales del chile bajo cuatro concentraciones y tres tipos de sales.....	31
Cuadro 4.3	Análisis de varianza de la variable plántulas normales.....	32
Cuadro 4.4	Comparación de medias entre testigo y tratamientos para la variable plántulas normales.....	32
Cuadro 4.5	Porcentaje de plántulas anormales del chile bajo cuatro concentraciones y tres tipos de sales.....	35
Cuadro 4.6	Análisis de varianza de la variable plántulas anormales.....	35
Cuadro 4.7	Comparación de medias entre los tratamientos y el testigo de la variable plántulas anormales.....	36
Cuadro 4.8	Porcentaje de plántulas anormales del chile bajo cuatro concentraciones y tres tipos de sales.....	39
Cuadro 4.9	Análisis de varianza de la variables semillas muertas.....	40
Cuadro 4.10	Tabla de comparación de medias de tratamientos y el testigo para la variable plántulas anormales.....	40

Cuadro 4.11	Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula.....	42
Cuadro 4.12	Tabla de comparación de medias de tratamientos para la variable longitud de plúmula.....	42
Cuadro 4.13	Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.....	44
Cuadro 4.14	Tabla de comparación de medias para la variable longitud de raíz.....	44
Cuadro 4.15	Análisis de varianza para la variable pesos seco.....	46
Cuadro 4.16	Tabla de comparación de medias de tratamientos para la variable pesos seco.....	46

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Figura 4.1	Germinación fisiológica de chile ( <i>Capsicum annuum L.</i> ) a diferentes concentraciones de $\text{CaCl}_2$ .....	27
Figura 4.2	Germinación fisiológica de chile ( <i>Capsicum annuum L.</i> ) a diferentes concentraciones de $\text{NaCl}$ .....	28
Figura 4.3	Germinación fisiológica de chile ( <i>Capsicum annuum L.</i> ) a diferentes concentraciones de $\text{MgCl}_2$ .....	29
Figura 4.4	Resultados finales de plántulas normales en (por ciento) con cuatro tipos de sales y cuatro concentraciones.....	30
Figura 4.5	Comparación de medias entre los tratamientos y testigo para la variable plántulas normales.....	33
Figura 4.6	Resultados finales de plántulas anormales en por ciento con cuatro tipos de sales y cuatro concentraciones.....	34
Figura 4.7	Gráfica de la comparación de medias entre los tratamientos y el testigo para plántulas anormales.....	37
Figura 4.8	Resultados Finales del porcentaje de semillas muertas con cuatro tipos de sales y a diferentes concentraciones.....	38
Figura 4.9	Gráfica de la variable de semillas muertas, comparando Los tratamientos con respecto al testigo.....	41
Figura 4.10	Gráfica de la variable longitud de la plúmula.....	43
Figura 4.11	Gráfica de la variable longitud de la raíz para cada tratamiento.....	45
Figura 4.12	Gráfica que muestra la variable peso seco para cada tratamiento.....	47

## AGRADECIMIENTOS

A Dios padre por la sabiduría que implemento en mí y por guiarme por el buen camino del bien, gracias padre mió.

Con cariño a mi “**ALMA MATER**” por haberme cobijado en sus aulas y por haberme brindado los conocimientos del saber en mi carrera profesional.

Con mucho cariño y respeto a la **Dra. Manuela Bolívar Duarte**, por haberme apoyado en la realización de este trabajo y por su amistad incondicional y por los consejos que recibí de ella, así como ser el asesor principal de este trabajo.

Agradezco de manera especial al **Mc. Luís Rodríguez Gutiérrez**, por su valiosa amistad y por su apoyo incondicional y por la asesoría brindada para la realización de este trabajo.

Al Dr. **Uriel Figueroa Viramontes**, por su apoyo en la revisión de este trabajo y por su amistad brindada.

A la **T.L.Q. Sandra Luz García Valdez** por su ayuda en el trabajo de laboratorio y por su asesoría en la realización de este trabajo.

Así como también a la **BIÓLOGA Silvia Guerrero Martínez** por su ayuda en la preparación de concentraciones para la realización de esta investigación.

Quiero agradecer de una manera muy especial también al **ING José Francisco Curiel Rojas** por haberme brindado la oportunidad de trabajar en su empresa.

## **DEDICATORIAS**

**Con todo cariño y respeto a mis padres:**

**Sr. Félix Flores Hernández**

**Y**

**Sra. Socorro Reyes Jiménez**

Por todo el cariño que siempre me han brindado y por su esfuerzo para realizarme como profesionista y por los sabios consejos que recibí siempre; así como también por haberme brindado la oportunidad de vivir, muchas gracias y que Dios me los cuide por mucho tiempo.

**A mis Hermanos (as)**

**Miguel Ángel, Irene, Fco. Javier, y Alma** a ellos con todo mi cariño y respeto y por su apoyo moral para culminar mis estudios profesionales.

Quiero dedicar este trabajo también de una manera muy especial a una mujer que siempre camino al lado mío en mi estancia profesional y por darme esos momentos tan hermosos del amor: a mi novia

**ING. Clelita López Díaz**

**A los compañeros de generación:** Benjamín, Felipe C., Humero, Jhony, Lisandro, Milton, Said, Samuel, Felipe G, Azucena, Rosalío, Virginio, Juan, Judith, Josué, Mayra, José Luís, Cesar, Carlos, Eric y Luís Alberto

**A los amigos de internado:** Marcos, Oscar, Antonio, Severo, Gabriel y a todos los que de alguna parte han formado parte de mi vida gracias.

## RESUMEN

Los suelos salinos se encuentran principalmente en zonas de clima árido o semiárido. En condiciones húmedas, las sales solubles originalmente presentes en los materiales del suelo y las formadas por la intemperización de minerales, generalmente son llevadas a las capas inferiores, hacia el agua subterránea y finalmente transportadas a los océanos. Por lo tanto, los suelos salinos no existen en las regiones húmedas, excepto cuando el suelo ha estado expuesto al agua del mar en los deltas de los ríos y otras tierras bajas cercanas al mar. En las regiones áridas el lavado es de naturaleza local y las sales solubles no pueden ser transportadas muy lejos. Esto ocurre no solamente porque hay menos precipitación adecuada para lavar y transportar las sales, si no también a consecuencia de la elevada evaporación característica de clima árido, que tiende a concentrar las sales en los suelos y en el agua superficial.

Actualmente uno de los problemas en los cultivos en zonas áridas es la salinización de las mismas; esto afecta a las plantas desde la germinación y por consecuencia no hay una buena germinación.

Es por esto que en el presente trabajo se evaluó el efecto de tres tipos de sales ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  y  $\text{NaCl}$ ) en la germinación de la semilla de chile (*Capsicum annuum L.*) con cuatro concentraciones diferentes de salinidad (2, 4, 6, 8 dS/m) y un testigo.

En el presente trabajo se usaron técnicas estadísticas para el análisis de variables plántulas normales, anormales y semillas muertas. El modelo estadístico fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x3x4 con un tratamiento extra.

**Palabras clave:** Germinación, Salinidad, Concentraciones, Chile.

## I. INTRODUCCION.

El chile (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza sumamente importante por su alto valor nutritivo (Alto contenido de vitamina C y A) y por su popularidad en la alimentación del pueblo mexicano. Se siembran en México alrededor de 100,000 ha. Por año (Hernández 2005)

La importancia radica principalmente en la superficie sembrada, reportándose en 1982 (INIA-SARH) un total de mas de 81 000 ha. El chile es una hortaliza que genera divisas para México, ya que es el principal país proveedor para Estados Unidos y Canadá en los ciclos de invierno-primavera (nov.- may.) otra característica de esta hortaliza es su gran importancia social debido a la enorme cantidad de mano de obra que genera durante todo el ciclo agrícola, reportándose una demanda de 120 a 150 jornales por hectárea. (Valadez 1997)

La acumulación excesiva de sales solubles en la zona radicular de los cultivos, es un factor limitante de la producción en la agricultura bajo riego. El ensalitramiento de los suelos produce condiciones extremadamente desfavorables para el desarrollo de las plantas (Aceves 1979)

Bajo condiciones de salinidad, uno de los principales problemas es obtener un porcentaje de germinación adecuado. Estas condiciones deben considerarse, ya que si el porcentaje de germinación es bajo, el cultivo puede fracasar (Aceves 1979)

### **Justificación.**

Un problema en la germinación de chile son las altas concentraciones de sal que se encuentran en los medios en los que estos están sembrados esto por efecto de altas temperaturas, estrés hídrico, poca permeabilidad del suelo etc.

La salinización es un problema que afecta a los cultivos desde su germinación hasta sus etapas de producción y de aquí las consecuencias en el rendimiento de los mismos es por ello la importancia de esta investigación.

Las plantas que se someten a salinización son afectadas desde la germinación hasta otras etapas de desarrollo del cultivo. En la etapa de germinación esta se disminuye la velocidad debido al efecto osmótico.

### **Objetivos**

Evaluar el efecto de tres tipos de sales ( $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{NaCl}_2$ ) en la germinación de la semilla de chile (*Capsicum annum* L.) con cuatro niveles diferentes de salinidad (2 dS/m, 4 dS/m, 6 dS/m, 8dS/m) y un testigo.

## II. REVISION DE LITERATURA

### Origen del cultivo.

El genero *Capsicum* es originario de América del Sur (de los Andes y de la Cuenca Alta del Amazonas – Perú, Bolivia, Argentina y Brasil) *C. annuum* se aclimato en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles (Bolaños 1998)

El mismo autor reporta que probablemente, la especie *C. annuum* es la mas sembrada en el mundo y en la que se encuentra la mayor variabilidad genética. El centro de domesticación de esta especie se encuentra en Centroamérica y México.

En este último se han descubierto restos arqueológicos que datan de más de 7000 años a.C; lo que indica que estas plantas fueron utilizadas por los habitantes de esa región, antes del establecimiento de la agricultura.

El género *Capsicum* tiene entre 20 y 30 especies, de las cuales se reconocen cinco, como las formas cultivadas de chiles: *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. pubescens* y hay algunas otras que, aunque no se cultivan, son aprovechadas por el hombre.

Janick (1985), en el cuadro 1.1 describe la clasificación taxonómica de esta planta.

Cuadro 1.1 Clasificación taxonómica de Chile (Janick, 1985)

Reino	Vegetal
División	Traceophyta
Sub-división	Pterosida
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Solanáceas
Familia	Solanácea
Genero	<i>Capsicum</i>
especie	<i>Annuum</i>

### **Descripción Botánica**

Es una planta anual en el cultivo en zona templado y perenne en las regiones tropicales.

Valadez (1997) hace la siguiente descripción de la planta:

**Semilla.** Son abundantes y miden de 3 a 5 mm de longitud, de forma aplanada y de color amarillo pálido, es dicotiledóneo con germinación epigea

**Tallo.** Los tallos son erectos, herbáceos y ramificados de color verde oscuro.

**Flor.** Es hermafrodita (estambre y pistilo en la misma flor). El cáliz es corto con 5 o 6 lóbulos unidos, la corola está alternada, las flores aparecen solas en grupo de 2 a 3 en la axila de la rama y se desarrollan sobre pedúnculos, generalmente sólo una flor cuaja para el fruto.

**Hojas.** Las hojas son planas, simples y de forma ovoide alargadas.

**Fruto.** Es como una baya-vaina y en algunas variedades se hace curvo cuando se acerca a la madurez; el color verde de los frutos se debe a la alta cantidad de clorofila acumulada en las capas del pericarpio.

**Raíz.** El sistema de raíces llega a profundidades de 0.70 a 1.20 m y lateralmente hasta 1.20 m, pero la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm

### **Producción mundial de chile**

Desde 1993, la producción mundial de chiles ha tenido un crecimiento del 48 por ciento de la superficie y duplicando los volúmenes de producción. Este aumento en la producción de chiles se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos industriales.

Según los datos más recientes de FAOSTAT (2006) la superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1'696,891 ha, con una producción de 25'015,498 ton. De 1993 a la fecha se observa un incremento del 40% en los rendimientos unitarios, debido al uso de nuevas tecnologías, quedando en un promedio de 14.74 ton/ha (Cuadro 1.2)

De todo el mundo, China es el país que presenta una mayor participación en la producción de chiles. Su superficie sembrada actual es de 612,800 hectáreas, con lo que representan un 36 por ciento de la superficie sembrada mundial, con una producción de 12'531,000 toneladas, esto es más de la mitad de la producción mundial de chiles al año.

México ocupa el segundo lugar en volumen de producción y el tercero en superficie cosechada, con 140,693 has y 1'853,610 toneladas, participando con el 8 por ciento del área y el 7 por ciento de la producción mundial en toneladas.

Cuadro 1.2. Principales países productores de chile (FAOSTAT, 2006)

<b>País</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Rendimiento(ton/Ha)</b>	<b>Producción (ton)</b>
China	612,800	20.45	12,531,000
México	140,693	13.17	1,853,610
Turquía	88,000	19.83	1,745,000
Estados Unidos	34,400	28.42	977,760
España	22,500	42.36	953,200
Indonesia	173,817	5.01	871,080
Otros	624,681		6,083,848
<b>Total</b>	<b>1,696,891</b>	<b>14.74</b>	<b>25,015,498</b>

### **Producción nacional de chile**

CONAPROCH (2006) Reportan que el cultivo del chile se ha extendido a todo el territorio nacional, ubicándose las regiones desde altitudes a nivel del mar hasta aquéllas que se cultivan a una altura de 2500 msnm. Sin embargo, ha sido esta gran diversidad de variedades, regiones, productores, etc., lo que ha imposibilitado que se pueda contar hoy en día con estadística por variedad de chile.

El chile se siembra en la mayoría de los estados de la República, agrupados para su análisis en tres grandes áreas de acuerdo a las condiciones climáticas y tecnológicas que presentan:

**Región Norte y Noreste.-** Alta tecnología adecuada. Por lo general tienen buenos rendimientos y productividad en base a la adopción de buena tecnología, tienen condiciones ambientales más o menos estables y adecuados canales de comercialización. En esta región sobresalen los estados de Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Nayarit, Durango, Baja California, Baja California Sur y Sur de Tamaulipas quienes producen chiles jalapeños, bell, serranos, cayenne, anaheim, güeros y anchos. Esta región se especializa en la producción de chiles frescos para al consumo directo o la industria de proceso.

**Región Centro o Bajío.-** Mediana tecnología. Comprenden zonas tradicionales de producción de chiles para deshidratar (anchos mulatos, pasilla, puya, guajillo); aún cuando se observa un creciente interés de producir para el mercado de frescos. Por lo general tienen tecnología de producción y los métodos de secado tradicionales, lo que ocasiona que tengan bajos rendimientos y productos de mala calidad. Los estados comprendidos en esta región son Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, San Luís Potosí, Zacatecas y Querétaro.

**Región Sur y Sureste.-** Baja tecnología. Se siembra principalmente de seco y humedad residual, lo que origina altos riesgos e inestabilidad de la producción. Las regiones de Veracruz, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo, han disminuido, en algunos, su área sembrada o bien han permanecido estables; sin embargo, los rendimientos aún continúan siendo bajos y no compiten en mercados exigentes de productos de calidad. A pesar de esta situación, hay signos visibles de cambio tecnológico. Una situación diferente es el Sur de Tamaulipas que tiene buena tecnología, obtiene altos rendimientos de frutos con calidad que compiten favorablemente en el mercado.

La superficie sembrada nacional fluctúa alrededor de las 180 mil hectáreas, de las cuales más del 90 por ciento cuenta con sistemas de riego. El rendimiento presenta grandes diferencias entre la siembra con riego y la de temporal, desde 38 ton/ha en el cultivo de chile bell en condiciones de riego, hasta 0.14 ton/ha en chile piquín de temporal. Regularmente el rendimiento bajo sistema de riego es por lo menos del doble del rendimiento obtenido en condiciones de seco.

La información de 2003 que se tiene respecto a las variedades o tipos específicos que se siembran, muestra que los que cuentan con una mayor superficie cosechada y producción son: chile jalapeño, serrano, poblano, anaheim y bell, entre los chiles verdes, y el ancho sobresale entre los deshidratados.

Las regiones productoras, superficie sembrada y tipos de chile se muestran en el cuadro número 1.3 como lo reporta la CONAPROCH (2006).

<b>Principales Estados Productores de chile en México (verde y seco)</b>		<b>Principales Estados Productores de chile en México (verde y seco)</b>	
<b>Has</b>		<b>Has</b>	
Aguas Calientes	1031	Puebla	2296
Baja California Sur	2188	Quintana Roo	2036
Campeche	6113	San Luís Potosí	13406
Chihuahua	20230	Sinaloa	11636
Durango	6915	Sonora	1330
Guanajuato	6991	Tamaulipas	2795
Hidalgo	2204	Veracruz	4155
Jalisco	4775	Yucatán	440
Michoacán	3030	Zacatecas	39123
Oaxaca	2562	Totales	142891

### **Germinación.**

La germinación consiste en la reanudación del crecimiento del embrión, el cual ha permanecido en estado latente durante un determinado tiempo. Dicho proceso se hace aparente cuando la radícula ha roto los tejidos de protección y la nueva planta ha comenzado a crecer y a desarrollarse (Moreno, 1996).

#### **Proceso para la germinación**

El proceso de germinación incluye: imbibición del agua, activación enzimático, iniciación del crecimiento del embrión, ruptura de la cubierta de la semilla y emergencia de la planta.

La imbibición del agua, es el primer evento que ocurre durante la germinación y se refiere a la absorción del agua por la semilla y el grado de absorción depende de la composición química de la semilla, ya que el

componente principal responsable de la imbibición son las proteínas. Otras moléculas que incrementan la inhibición son la celulosa y las pectinas (USDA 1984).

Copeland (1976) afirma que la mayoría de las semillas siguen el mismo patrón de la germinación en la que se realiza una secuencia específica de eventos principales que son:

a) **imbibición**

Consiste en la absorción de agua por la semilla, la composición de la misma, la permeabilidad de la cubierta y la disponibilidad de agua son los principales factores que influyen en la extensión de la imbibición.

b) **activación enzimática.** Al iniciarse la imbibición, ciertas enzimas empiezan a romper el alimento almacenado (enzimas hidrolíticas como fosfatasa, ribonucleasa que degradan carbohidratos, lípidos, proteínas, etc.) a formas solubles y la traslocan a los puntos de crecimiento del embrión.

### **Requerimientos para la germinación**

**Viabilidad de las Semillas.** Es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un periodo variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

Salisbury y Ross (1994) reportan que la viabilidad de la semilla se pierde a menudo con más rapidez si las semillas se almacenan en aire húmedo y en temperaturas de 35 °C o más calidas. Parte de la pérdida, quizá se deba a organismos patógenos internos.

**Maduración de las semillas.** Las semillas de casi todas las especies son capaces de germinar antes de su maduración fisiológica (Copeland y McDonald, 1985).

### **Factores ambientales que influyen en la germinación**

**Agua.** El agua es un requerimiento básico para la germinación.

**Humedad.** Hidrata el protoplasma de las células, permite la disolución de las sustancias de reserva y las transporta hacia el embrión. Además de reblandecer hinchar y romper la cubierta de la semilla, lo que permite la salida de las estructuras del embrión durante la germinación.

**Temperatura.** Según la especie que se trate tiene una temperatura para su germinación, existiendo una máxima, una mínima y una óptima para cada una de éstas.

**Luz.** La acción que tiene la luz sobre la germinación es variable, algunas germinan en la luz y otras lo hacen mejor en la oscuridad.

Otros factores que afectan la germinación son: especie, variedad, madurez de la semilla.

### **La Salinidad en México**

La salinidad es un problema, se incrementa progresivamente con el mal uso de los fertilizantes y el mal manejo del agua de riego. Esta problemática comienza a tener consecuencias graves en zonas del Golfo de México.

Actualmente en México existen de 80 a 1 millones de hectáreas con diferentes grados de salinidad tanto en zonas naturales, temporal como de riego; en estas últimas se estima que aproximadamente 5 millones de hectáreas están bajo un proceso de salinización (Feuchter, 2002).

El problema de la salinidad se presenta fundamentalmente en las zonas áridas con riego y a lo largo de la costa. Los lugares donde se observa con más frecuencia son las cuencas cerradas que, a través de miles de años, han acumulado paulatinamente sales en el perfil del suelo. Se estima que la superficie afectada es del orden de 1 millón de ha.

En México los estudios sobre la salinidad han adquirido mucha importancia, debido a que en las regiones que inicialmente se abrieron a la agricultura, no se cuidó el manejo del agua, suelo y cultivo, para garantizar niveles permisibles de salinidad a largo plazo, originando que en la actualidad del total de hectáreas de riego abiertas al cultivo, más del 30 por ciento tengan problemas de sales en diferentes grados, ocasionando una baja en productividad (Guerra, 1993)

**Suelo salino.** Las características químicas de los suelos salinos quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de sales que se presenten. La cantidad de sales presentes controla la presión osmótica de la solución del suelo y casi siempre los suelos salinos se encuentran floculados debido a la presencia de un exceso de sales y a la ausencia de cantidades significantes de sodio intercambiable, teniendo como consecuencia que la permeabilidad es igual o mayor a la de suelos similares no salinos (Guerra, 1993).

Las características de los suelos salinos son: Conductividad Eléctrica del extracto de saturación mayor de 4 (dS/m) a 25 °C, por ciento de sodio intercambiable (PSI) menor de 15 y pH generalmente menor de 8.5. Estos suelos se definen como suelos “álcali blanco” o “solonchaks” según autores rusos. Casi siempre se reconocen por la presencia de costras blancas de sal en la superficie. Las características químicas quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de sales presentes, las cuales determinan la presión osmótica de la solución del suelo (Richards, 1970; citado por Estrada, 1997).

### **Factores que favorecen el proceso de salinización**

Peña (1980) menciona que el proceso de salinización de un suelo está condicionado por:

**Aguas de Mala Calidad:** El uso de aguas salinas apresura el proceso de sales disueltas, máximo cuando los riegos se aplican sin las correspondientes

láminas de sobre – riego o excedentes que sirven para arrastrar las sales a través del perfil y sacarlos de la zona radical.

**Mal Drenaje.** Se presentan cuando la permeabilidad es baja por causas de las arcillas finas y capas cementadas con carbonatos de calcio o sílice que facilitan la formación de mantos freáticos elevados.

**Clima.** Un porcentaje alto de evaporación y bajas precipitaciones evitan el lavado natural de las sales, por ello se acumulan mas rápido.

**Topografía.** La topografía accidentada, las variaciones geológicas y edafológicas facilitan la formación de acuíferos y represamientos superficiales que incrementa el proceso de salinización.

### **Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica es la facilidad que tienen algunos cuerpos sólidos o líquidos de transmitir la electricidad cuando se establece un circuito.

En una solución el transporte de la electricidad se lleva a cabo por los iones de las sales disueltas, dado que los iones tienen capacidad para transmitir la corriente eléctrica. Esta propiedad se utiliza para cuantificar la salinidad de un suelo midiendo la conductividad eléctrica del extracto de suelo a saturación. La conductividad eléctrica esta íntimamente correlacionada con la suma de aniones o cationes que se determina químicamente y con los sólidos totales disueltos (Peña, 1980).

### **Efecto de la salinidad en la germinación**

Aceves (1979) menciona que bajo condiciones de salinidad, uno de los principales problemas es obtener un porcentaje de germinación adecuada.

También nos dice que a niveles moderados de sales en el suelo generalmente retardan la germinación sin afectar el porcentaje de la misma, pero a concentraciones elevadas retardan la germinación y además afectan notablemente el porcentaje de emergencia, dependiendo del cultivo. A menudo la germinación se ve afectada porque las sales se acumulan en la capa superficial del suelo y las semillas pueden verse expuestas a concentraciones varias veces mayores a las que se encuentran en la zona de las raíces en etapas posteriores al desarrollo, coincidiendo con guerra (1993) en la disminución en el porcentaje de semillas germinadas y un aumento en el tiempo de germinación y emergencia, así como una disminución de la tasa de absorción de agua por las semillas en germinación.

Estas condiciones deben considerarse, ya que si el porcentaje de germinación es bajo, el cultivo puede fracasar. Estudios de laboratorio reportan que se ha considerado el brotamiento de la radícula y coleoptilo de la cubierta de la semilla, como un criterio para la germinación. Con este criterio se han considerado que la germinación ha ocurrido después de un día de la plantación. Estas mismas consideraciones se han usado en pruebas de germinación para medir tolerancia a las sales. Esto puede conducir resultados erróneos ya desde el punto de vista agronómico la germinación se concediera realizada cuando las plantas afloran a la superficie del suelo, lo cual a veces no ocurre en suelos con sales en los que las semillas producen raíces y parte del coleoptilo y éste nunca aparece en la superficie del suelo. Existen tres etapas en el proceso de germinación en las cuales las sales pueden tener influencia, como lo menciona Aceves (1979):

**Etapa heterotrófica.** Esta etapa ocurre desde la imbibición de la semilla hasta la iniciación de la fotosíntesis y durante ella, la plántula se alimenta de las reservas del endosperma de la semilla.

**Etapa de transición.** En esta se inicia el desarrollo de la plántula, la cual se alimenta de compuestos orgánicos complejos obtenidos del remanente del endosperma y productos fotosintetizados.

**Etapa autotrófica.** Esta etapa ocurre después de que la plántula ha consumido completamente el endospermo y su alimentación depende completamente de los productos fotosintetizados por ella misma

Las etapas en que las semillas son más sensibles a la salinidad son la heterotrófica y la autotrófica, ya que en la primera puede inhibirse la imbibición de agua por las sales. Si esto ocurre, no hay germinación. En la segunda, es cuando la planta consumió todas las reservas del endosperma y tiene que obtener nutrientes del suelo conjuntamente con sales, las que puede ocasionar su muerte.

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 al porcentaje de emergencia dependiendo del cultivo.

Así mismo el autor describe lo siguiente:

### **Efecto de los altos contenidos de sales en el suelo y en la planta**

En el suelo. Modifican el estado físico y químico.

a). Modifican el estado de agregación de las partículas dando lugar a cambios en la estructura y consecuentemente se alteran la aereación y la retención de humedad en el suelo.

- b). Aumentan el esfuerzo de humedad del suelo.
- c). En presencia del sodio, los suelos se defloculan reduciendo la aereación, la infiltración y la conductividad hidráulica a límites desfavorables para la planta; generalmente aumenta los valores de pH lo que puede reducir la solubilidad de los nutrientes y por lo mismo ocasionar problemas en la disponibilidad para la planta.
- d). En otros casos puede poner en solución a elementos tóxicos para los cultivos.

En la planta. Causan básicamente la reducción en su desarrollo.

Efectos directos fuera de las plantas:

- a). Aumentan la presión osmótica en la solución del suelo por lo que reducen el abastecimiento de agua.
- b). Reducen la absorción de agua y por lo tanto de nutrientes.
- c). Retardan o nulifican la germinación.
- d). crean antagonismos y toxicidad.

Efectos de los iones dentro de las plantas:

Los diferentes efectos dentro de las plantas por causa de las sales que inhiben, retardan o impiden su desarrollo ocasionando detrimento en su calidad y productividad.

Estos pueden clasificarse en:

Efectos tóxicos, antagónicos, iónicos, osmóticos y fisiológicas.

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

- a). La tolerancia de las plantas a los iones depende principalmente de su adaptabilidad a la toxicidad del ión.
- b). La toxicidad inicialmente es tolerable y aumenta gradualmente con la acumulación de los iones, originando al principio un estímulo de las funciones de las plantas y posteriormente una alteración total.
- c). La primera señal de toxicidad es el decoloramiento de las hojas seguido de una necrosis.
- d). Los aniones pueden ser más tóxicos que los cationes.
- e). La toxicidad de los iones reduce la mayor parte de las funciones de las plantas, excepto la de la respiración y formación del sistema de conducción.

Efectos Antagónicos.- Son todos aquellos que crean una competencia a selectividad para ciertas reacciones o funciones dentro de las plantas. Algunos efectos son:

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

Efectos iónicos.- son todos aquellos que se originan debido a las características electroquímicas de los iones.

Algunos aspectos relacionados con estos efectos son:

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

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

- a). Retardan e inhiben la germinación.
- b). Debido a balances iónicos dentro de las células, se pueden generar condiciones de mayor presión osmótica.
- c). Las plantas pueden adaptarse a cambios lentos de Presión osmótica, pero en detrimento de su desarrollo.
- d). Provocan una contracción del protoplasma alejándolo de las paredes de la célula, ocasionando la destrucción del plasmodermis y crea trastornos en las conexiones intracelulares las células (plasmolisis)
- e). El ajuste osmótico de las plantas esta ligado con la herencia y con la resistencia a la esquía.
- f). Aumentos de presión osmótica dentro de la célula se deben a la acumulación de iones.

Efectos fisiológicos.- Son todos aquéllos que originan cualquier cambio fisiológico dentro de la planta. Algunos aspectos de estos son:

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

### **Efecto del Cation Sodio ( $\text{Na}^+$ )**

Según Chapman (1973), el sodio juega un papel importante en la relación suelo – planta, particularmente en regiones áridas y semiáridas. El sodio es benéfico para el crecimiento de algunas plantas. Muchas de ellas que excluyen sodio desde sus retoños acumulan cantidades considerables en sus raíces. El mecanismo para la exclusión puede ser relacionado al proceso por el cual los iones son transferidos por fluidos del Xilema.

En soluciones nutritivas los síntomas por deficiencia de sodio son: el paro de crecimiento, amarillamiento de hojas pequeñas y en pequeñas cantidades, el

desarrollo de áreas blancas necróticas a lo largo de las puntas y bordes de los cotiledones y hojas viejas.

Nieman, 1962; citado por Estrada, (1995) experimento en invernadero con 12 especies de plantas irrigadas con solución nutritiva a las que se le adicionó NaCl para producir 1,2,3 y 4 atm de presión osmótica, observó el efecto de los potenciales osmóticos generados en algunos factores del crecimiento, evaluadas en las partes superiores frescas de la planta. Dicho autor reporta que las especies tolerantes presentan una variación muy pequeña comparada con plantas desarrolladas en solución nutritiva testigo, mientras que especies sensibles observo una severa depresión y muerte.

Así mismo, señala que el NaCl ocasiona disminución considerable de la actividad fotosintética por unidad de área. Finalmente, observó que la respiración de las hojas fue más sensible al NaCl y tuvo una tendencia a incrementarse en ambas especies tolerantes a la salinidad.

### **Efecto del Catión Magnesio ( $Mg^{++}$ )**

Meiri (1969) señala que es conocido el efecto de este ión sobre el crecimiento de las plantas ya que influye fuertemente en la reducción de  $Ca^{++}$ , provocando así deficiencias. Cuando altas concentraciones de  $Mg^{++}$  se combinan con altas concentraciones de  $Ca^{++}$ , no ocurre efecto de ión específico.

El magnesio es el único elemento metálico contenido en la clorofila, es necesario para la formación de azúcar, ayuda ala asimilación de otros nutrientes, actúa como transportador del fósforo dentro de la planta, promueve la formación de aceites y grasas y en cierta forma, corrige la acidez del suelo (Bolívar, 2006)

### **Efecto del catión Calcio ( $Ca^{++}$ )**

Con el incremento del sodio y el decremento del calcio, las cantidades toxicas de sodio pueden ser absorbidas por la planta con bajos niveles de calcio (Chapman, 1973).

El mismo autor menciona que el calcio soluble es conocido como un requerimiento para un desarrollo normal de la raíz. El calcio es un componente estructural de la pared celular por lo tanto es fundamental para la formación de nuevas células, por otra parte el calcio se encuentra de tal manera integrada en la pared celular, que no es posible utilizar ya que poseen las células viejas para construir las nuevas.

### **Efecto del Anión Cloro ( $\text{Cl}^-$ )**

No han sido reportados efectos nutricionales que ocurran debido al cloro. La tolerancia de las plantas puede ser hasta una acumulación de cuatro por ciento sin que las plantas muestren daño alguno.

### **Efectos sobre la producción de chile**

El chile es uno de los cultivos hortícola más importantes en el mundo, se clasifica como moderadamente sensible a la salinidad. Su crecimiento y rendimiento se reducen en 14 por ciento por cada unidad de conductividad eléctrica en el extracto de saturación del suelo (CE) a partir de 1.5 dS/m (Maas, 1993). Como se muestra en el Cuadro 1.4 que tienen efectos negativos sobre la producción del chile.

Cuadro 1.4. La productividad de los cultivos del distrito de riego 038, Río Mayo, Sonora. (Feucher. 2002)

CULTIVO	SALINIDAD CRITICA	% DE REDUCCION EN EL RENDIMINETO POR CADA dS/m DE AUMENTO.			
	dS/M	dS/M	DECREMENTO %	dS/M	DECREMENTO %
FRIJOL	1	2	3.5	3	18.9
CHILE	1.5	2.5	5	3.5	14.1
PAPA	1.7	2.7	6	3.7	12
MAIZ	1.8	2.8	8.5	3.8	7.4
ALFALFA	2	3	9	4	7.3
CALABAZA	2.5	3.5	5	4.5	16
PEPINO	2.5	3.5	6.5	4.5	13
CHICHARO	2.5	3.5	7	4.5	10
TOMATE	2.5	3.5	8	4.5	9.9
SORGO	4.8	5.8	12	6.8	8
TRIGO	6	7	13	8	7.1
CARTAMO	6.5	7.5	12	8.5	5.5
ALGODÓN	7.7	8.7	17	9.7	5
CEBADA	8	9	18	10	5
PASTOS	8.5	9.5	20	10.5	4.5

### III.- MATERIALES Y METODOS.

#### Ubicación del experimento.

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de ensayo de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, este se ubica geográficamente sobre las coordenadas 25° 22" Latitud Norte y 101° 00" Longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1743 m, localizada en Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

#### **Material utilizado**

**Semilla.** Para este estudio se empleó la semilla de chile serrano (*Capsicum annuum*) proporcionada por el Departamento de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

**Sales.** Se utilizaron tres sales. Cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), Cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2$ ) y Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )

Cabe mencionar que como testigo se utilizó agua destilada.

**Cámara.** Se utilizó la cámara germinadora de alta capacidad a una temperatura de 25 °C.

**Horno de secado.** Se empleó un horno de secado para el peso a una temperatura de 65 °C durante 24 horas

**Substratos.** Como medios de germinación se usaron substratos de papel filtro y algodón en una caja petri.

### **Preparación de las sales puras**

La cantidad de solutos requeridos para preparar las soluciones de las diferentes sales puras (Cuadro 3.2) se determinó usando las siguientes ecuaciones (Aceves, 1979).

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

Donde ppm es la concentración de sales en la solución en partes por millón y  $(\text{CE} * 10^3)$  es la CE del extracto de saturación en dS/m.

$$\text{Meq} = 10(\text{CE} * 10^3)$$

Donde meq/l es la concentración de sales en la solución, en mili equivalentes por litro.

$$\text{P.O.} = \text{CE} * 0.36$$

Donde P.O es la presión osmótica requerida para preparar las soluciones para cada concentración osmótica, como se muestra en el Cuadro 3.2

Cuadro 3.2 Cuadro de concentración de valores para la preparación de los tratamientos con sales.

CE dS/m	SALES		
	(CaCl <sub>2</sub> ) g/100 ml	(MgCl <sub>2</sub> ) g/100 ml	(NaCl) g/100 ml
2	0.111	0.095	0.116
4	0.222	0.190	0.233
6	0.333	0.286	0.350
8	0.444	0.381	0.468

### Preparación de la semilla

Las semillas fueron seleccionadas de tamaño uniforme para la germinación de chile (*Capsicum annuum* L.). Cabe mencionar que a estas semillas se les aplicó un pretratamiento con un fungicida llamado captan.

### Siembra

- 1) Se tomó en cuenta una muestra de 100 semillas. Se hicieron cuatro repeticiones de cada uno de los tratamientos.
- 2) Se colocaron las semillas en cajas petri con doble papel filtro, previamente humedecidas con los diferentes tratamientos.
- 3) Las cajas petri ya sembradas se colocaron al azar en la cámara germinadora a 25 °C y se le aplicó la solución cada tercer día.
- 4) A los 14 días se hizo la evaluación anotando el número de plántulas normales, anormales y semillas muertas.
- 5) Se tomo una muestra al azar de 10 plántulas y se tomaron mediciones de radícula y plúmula
- 6) Se llevaron a peso seco las plántulas normales, a una temperatura de 60-65 °C por 24 horas y después se tomó el peso seco.

### **Variables evaluadas**

**Germinación fisiológica.** Se consideraron semillas germinadas cuando su radícula tuvo una longitud de 0.5 cm.

**Plántulas normales.** Aquellas plántulas que presentan las estructuras esenciales bien desarrolladas e indicativas de su habilidad para producir plántulas normales bajo condiciones favorables (Moreno 1976). Esta variable se midió cada tercer día, durante el desarrollo de toda la prueba.

**Plántulas anormales.** Son todas aquellas que no pueden ser clasificadas como normales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales (moreno, 1976). El conteo de esta variable se realizó cuando las plántulas se manifestaron como anormales.

**Semillas muertas.** Estas semillas se registran al final de la prueba. Fueron aquellas que presentaron incapacidad para germinar.

**Longitud media de plúmula y radícula.** Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula y radícula provinieron de las plantas normales y uniformes de la prueba de germinación estándar las cuales fueron 10 plantas tomadas al azar por repetición; se midió la longitud de plúmula y radícula en mm. con la ayuda de una regla graduada en forma independiente para cada tratamiento. Las longitudes de plúmula y radícula sólo se dividieron para la obtención de una media general por repetición para cada tratamiento.

**Peso seco de la plántula.** Las mismas 10 plántulas que se midieron de cada repetición por tratamiento se guardaron en bolsas perforadas de papel para posteriormente llevarlas a una estufa donde permanecieron por 24 horas a una

temperatura constante de 65 °C. Después de ser secadas. Las plántulas se llevaron a pesar de nuevo a la balanza analítica para de esta forma obtener el peso seco.

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

En el presente trabajo se usaron técnicas estadísticas para el análisis de variables plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar. El modelo estadístico fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x4x4 con un tratamiento extra.

#### **Siendo:**

Factor A: sales

Factor B: valores de conductividad eléctrica (C.E)

Repeticiones: 4

El modelo estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

i= 1, 2, 3, Tipos de sales

j= 1, 2, 3,4 Valores de Conductividad Eléctrica (C.E)

k= 1, 2, 3, 4 Numero de repeticiones.

$\mu$  = Efecto de la media poblacional.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tipo de sal

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo valor de conductividad eléctrica (C.E)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la i, j-ésimo interacción de tipos de sal y valores de Conductividad Eléctrica

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental del i, j -ésimo tratamiento en su k -ésima repetición.

Se empleó también un diseño completamente al azar para aquellas variables de longitud de la radícula, longitud de plúmula, peso seco.

Los resultados de las variables evaluados estuvieron expresados en porcentajes por lo que fueron transformados como lo recomienda Steel y Torrie (1988), mediante la siguiente ecuación (3.4).

$$\arcsen \sqrt{\frac{x}{100}}$$

Donde X es el por ciento del dato a transformar.

Debido a que las variables evaluadas presentaron valores de cero se realizó un ajuste a aquellas variables empleándose la siguiente ecuación.

$$\arcsen \sqrt{\frac{x + 0.005}{100}}$$

Cabe señalar que el análisis estadístico se realizó con la ayuda del paquete computacional Exel y UANL. Una vez obtenido los análisis de varianza se procedió a hacer la prueba estadística de comparación de medios con la prueba de Tukey; para determinar el efecto que tuvieron las sales sobre la germinación del chile y a que niveles de sales fue mejor.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

### Germinación fisiológica.

A pesar de que se determinó a un plazo de 14 días para la germinación del chile, en ninguno de los tipos de sales se logró el 100 por ciento de su germinación, ni aun en condiciones normales, es decir en el tratamiento testigo sin sal.

Bajo condiciones normales, es decir en el testigo llegó a tener un 91 por ciento de germinación fisiológica al 14avo. día.

La mayor germinación fisiológica bajo condiciones salinas se obtuvo en  $\text{CaCl}_2$  a 2 dS/m hasta un 89 por ciento al 14avo día, con 4 dS/m se obtuvo 86 por ciento. En este tipo de sal se observó una disminución a medida que aumentaba la concentración disminuía el porcentaje de germinación, como se muestra en la figura 4.1

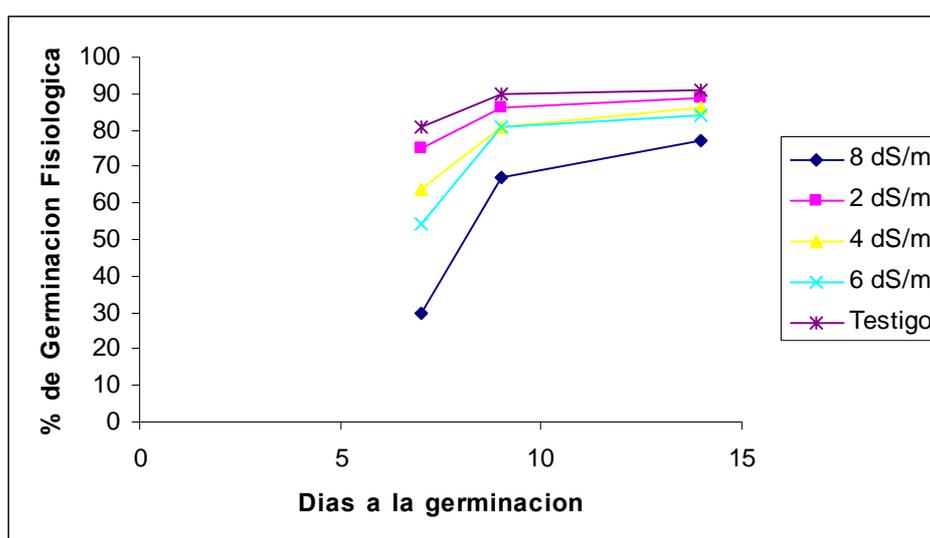


Figura 4.1 Germinación Fisiológica de chile (*Capsicum annum L.*) a diferentes concentraciones de  $\text{CaCl}_2$

Con 2 dS/m de NaCl se logró el 88 por ciento la germinación se logró al 14avo día y con 6 y 8 dS/m hubo resultados similares de 86 y 85 por ciento, respectivamente, quedando al final 4 dS/m con 80 por ciento durante el mismo periodo. Puede observarse en la figura No. 4.2 que con esta sal el chile tolera menos los niveles de salinidad, ya que no tuvo un buen porcentaje en las concentraciones de 4 dS/m, esta concentración retrasa e inhibe la germinación. Con 6 y 8 dS/m no se registran efectos tóxicos ya que esta concentración fue superior a 4 dS/m.

Se observó que el NaCl estimuló la germinación pues esta sal es la que obtuvo los valores más altos.

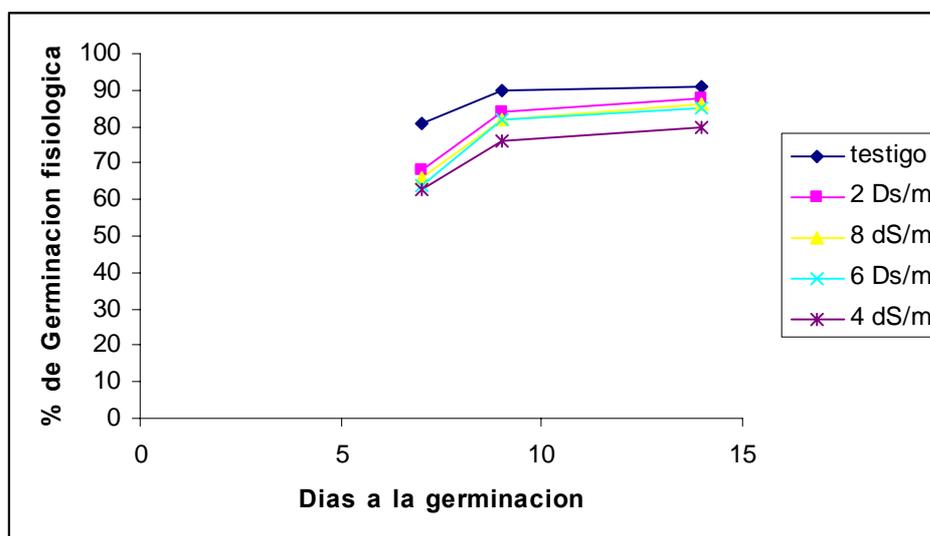


Figura 4.2 Germinación Fisiológica de Chile (*Capsicum annuum* L.) a diferentes concentraciones de NaCl.

El  $MgCl_2$ , mostró que a mayor concentración de sal hubo menor germinación, con esta sal se observó un buen porcentaje de germinación fisiológica. A una concentración de 2 dS/m es la que mayor germinación fisiológica presentó un 89 por ciento a los 14 días (Figura No 4.3). Se observó que bajo condiciones no salinas fue mejor que cada una de las sales.

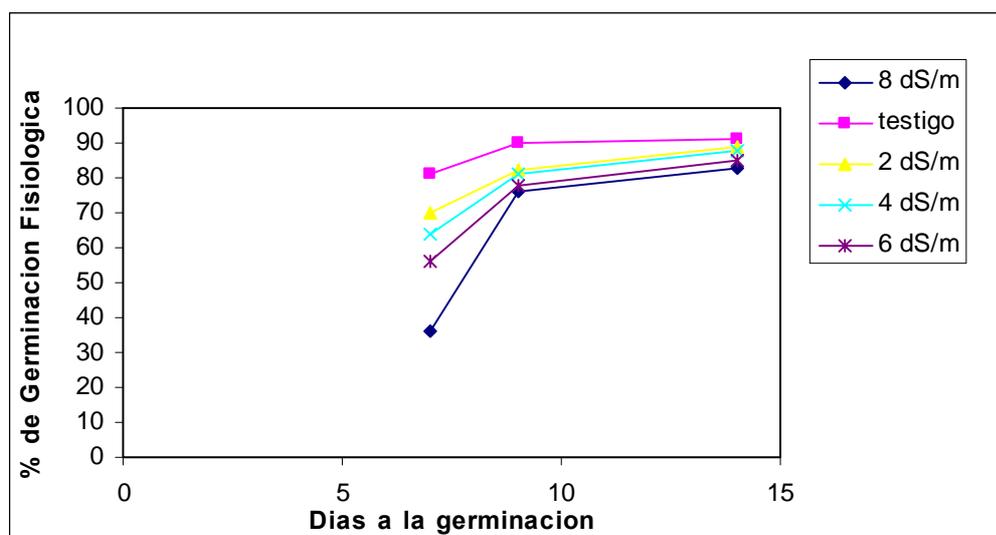


Figura 4.3 Germinación Fisiológica de Chile (*Capsicum annum* L.) a diferentes concentraciones de  $MgCl_2$

Cabe mencionar que la germinación fisiológica a 6 dS/m fue de 85 por ciento, se puede decir que la sal retrasó la germinación.

En general se observó que el porcentaje de germinación fisiológica se ve afectado por esta sal cuando aumentó la concentración. A concentraciones de 8 dS/m las semillas se volvieron más sensibles a los efectos tóxicos de la sal, debido a que se registra una germinación fisiológica de 83 por ciento y se observó que la sal retarda la germinación.

En general, el mayor porcentaje de germinación fisiológica se encontró a una concentración de 2 dS/m  $CaCl_2$ , también se observó que los tres tipos de sales retrasaron la germinación y a concentraciones altas la inhibieron.

El tiempo requerido para cuantificar la germinación fisiológica en condiciones salinas se realizó a los 14 días en el caso del cultivo de Chile (Cuadro No 4.1)

Cuadro No. 4.1 Porcentaje de germinación fisiológica del chile bajo tres tipos de sales y cuatro concentraciones.

Sales	Concentración (dS/m)	G.F (%)	Día	G.F (%)	Día	G.F (%)	Día
Testigo	0	75	7	90	9	91	14
CaCl <sub>2</sub>	2	64	7	86	9	89	14
	4	54	7	81	9	86	14
	6	30	7	81	9	84	14
	8	36	7	67	9	77	14
NaCl	2	68	7	84	9	88	14
	4	63	7	76	9	80	14
	6	66	7	82	9	86	14
	8	64	7	82	9	85	14
MgCl <sub>2</sub>	2	81	7	82	9	89	14
	4	70	7	81	9	88	14
	6	64	7	78	9	85	14
	8	56	7	76	9	83	14

### Plántulas Normales

La figura No. 4.4 muestra los porcentajes de plántulas normales, en donde el CaCl<sub>2</sub> a una concentración de 2 dS/m presenta un 90 por ciento, dejando al final a CaCl<sub>2</sub> con 8 dS/m con 25 por ciento. La germinación bajo condiciones normales, es decir en el testigo llegó a tener un 88 por ciento de germinación.

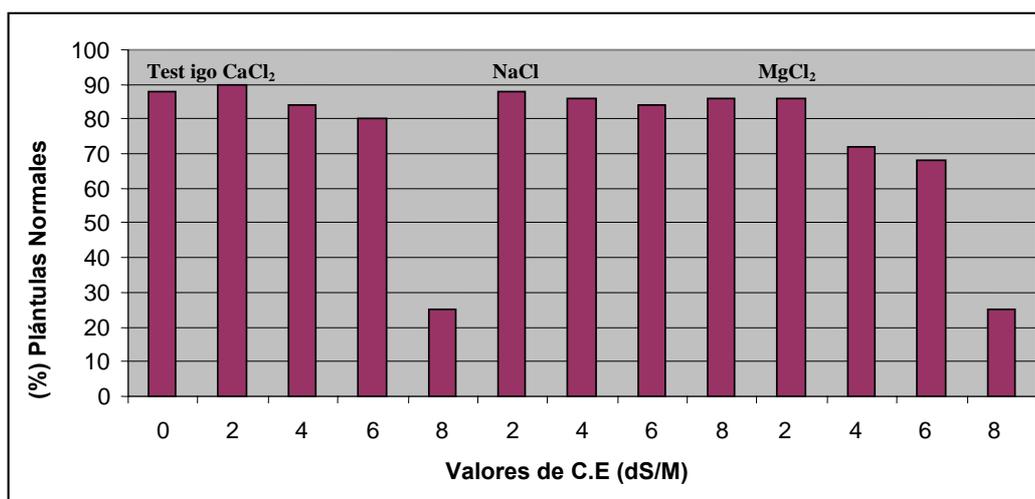


Figura 4.4 Porcentaje de plántulas anormales de chile con cuatro tipos de sales a diferentes concentraciones.

En NaCl el mayor porcentaje de plántulas normales es de 88 por ciento a una concentración de 2 dS/m; cabe mencionar que en esta sal los resultados fueron similares para las cuatro concentraciones.

En MgCl<sub>2</sub> se obtuvieron valores de 86 por ciento de plántulas normales a una concentración de 2 dS/m; cabe mencionar que esta sal fue la que mostró un mayor porcentaje de plántulas anormales.

Podemos observar que en la sal el CaCl<sub>2</sub> fue la que obtuvo el mayor porcentaje de plántulas normales bajo condiciones de salinidad. Por lo tanto, podemos decir que en esta sal a mayores concentraciones de salinidad disminuye el número de plántulas normales; la sal ocasiona que se retrase la germinación y da como resultado el retraso de las plántulas normales (Cuadro 4.2)

Cuadro 4.2 Porcentaje de plántulas normales del Chile bajo cuatro concentraciones y tres tipos de sales.

Sal	Concentraciones (dS/m)	P. Normales (%)
Testigo	0	88
CaCl	2	90
	4	84
	6	80
	8	25
	8	25
NaCl	2	88
	4	86
	6	84
	8	86
MgCl	2	86
	4	72
	6	68
	8	25

El análisis de varianza muestra (Cuadro 4.3) que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos y las interacciones, así como de cada uno de los factores.

Cuadro 4.3 Análisis de Varianza de la variable plántulas normales.

F.V	G.L	Sc	CM	Fc	F $\alpha$	
					0.05	0.01
<b>Test - Fact</b>	1	0.02300	0.011500	40.78 **	4.08	7.31
<b>A</b>	2	0.12700	0.063500	226.786 **	3.23	5.18
<b>B</b>	3	0.43000	0.143333	508.273 **	2.84	4.31
<b>AB</b>	6	0.21500	0.035833	127.067 **	2.34	3.29
<b>Error Exp</b>	39	0.01100	0.000282			
<b>Total</b>	51	0.80600				

\* \*\* Denotan al nivel de 0.05 y 0.01 por ciento de probabilidad.

Al analizar los datos con una prueba de medias de "Tukey" (Cuadro 4.4), tenemos que CaCl<sub>2</sub> a una concentración de 2 dS/m es el que presenta el mayor número de plántulas normales, superando al testigo a este le siguen el NaCl a 2 dS/m (Cuadro 4.4)

Cuadro 4.4 Comparación de medias entre testigo y tratamientos para la variable Plántulas normales.

Sal	Concentración (dS/m)	Medias*	Significancia **
CaCl <sub>2</sub>	2	84.456	NS
	4	82.095	NS
	6	80.457	**
	8	48.090	**
NaCl	2	83.678	NS
	4	82.887	NS
	6	82.095	NS
	8	82.873	NS
MgCl <sub>2</sub>	2	82.900	NS
	4	76.994	**
	6	75.159	**
	8	47.998	**
Testigo	0	83.678	NS

\* Medias transformadas

\*\* Medias altamente significativas

Con esto podemos decir que la mejor sal para plántulas normales es el NaCl seguido el CaCl<sub>2</sub> y el MgCl<sub>2</sub>, respectivamente aunque se puede observar que los resultados de NaCl y CaCl<sub>2</sub> son muy parecidos.

En cuanto a concentraciones podemos decir que la mejor es la de 2 dS/m seguido de 4, 6 y 8 dS/m ya que se puede observar que a menores concentraciones de sales permiten una buena germinación. En la figura 4.5 se presenta el comportamiento de las medias de los tratamientos y el testigo para esta variable de plántulas normales.

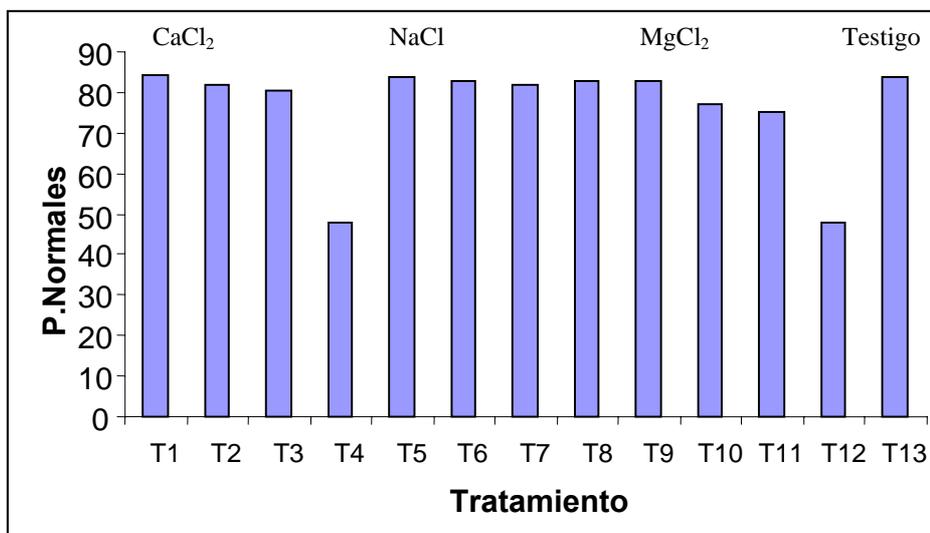


Figura No. 4.5 comparación de medias entre tratamientos y el testigo para la variable plántulas normales.

### Plántulas Anormales

Después de haber analizado la variable plántulas normales, seguiremos con el análisis de las plántulas anormales. El testigo obtuvo valores del dos por ciento, es decir que la mayoría de las plántulas fueron normales (Cuadro 4.4)

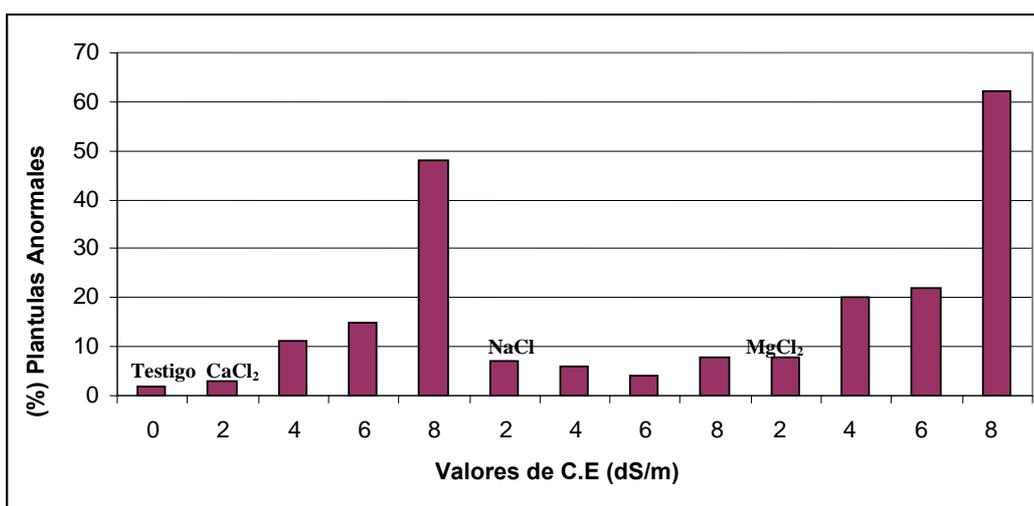


Figura No. 4.6 porcentaje de plántulas anormales de Chile con cuatro tipos de sales a diferentes concentraciones.

Con  $\text{CaCl}_2$  a una concentración de 8 dS/m fue el que obtuvo el mayor porcentaje de plántulas anormales con 48 por ciento dejando al final  $\text{CaCl}_2$  a 2 dS/m con 3 por ciento. Se observa que al aumentar la concentración aumenta el número de plántulas anormales.

En cuanto al  $\text{NaCl}$  se registraron valores muy pequeños para todas las concentraciones, la concentración que obtuvo el valor mas alto de plántulas anormales es el de 8 dS/m con ocho por ciento dejando al ultimo 6 dS/m con cuatro por ciento; por lo que podemos decir que esta sal fue la que obtuvo los valores menores de plántulas anormales.

Con respecto al  $\text{MgCl}_2$  la concentración que tuvo mas porcentaje de plántulas anormales fue la de 8 dS/m a estas le siguen 6, 4 y por ultimo a 2 dS/m.

Para esta variable se observa que para altas concentraciones de sal aumentó el porcentaje de plántulas anormales (Cuadro 4.5)

Cuadro 4.5 Porcentaje de Plántulas Anormales del Chile bajo Cuatro Concentraciones y Cuatro tipos de Sales.

Sal	Concentración (dS/m)	Anormales (%)
$\text{CaCl}_2$	2	3
	4	11
	6	15
	8	48
$\text{NaCl}_2$	2	7
	4	6
	6	4
	8	8
$\text{MgCl}_2$	2	8
	4	20
	6	22
	8	62
Testigo	0	2

El análisis de varianza muestra (Cuadro 4.6) que hubo diferencias altamente significativas en la mayoría de sus iteraciones.

F.V	G.L	Sc	CM	Fc	Fá	
					0.05	0.01
<b>Test - Fact</b>	1	0.0254	0.0254	2.4423 NS	4.08	7.31
<b>A</b>	2	0.2596	0.1298	12.4808 **	3.23	5.18
<b>B</b>	3	0.5940	0.1980	19.0385 **	2.84	4.31
<b>AB</b>	6	0.2144	0.0357	3.4327 **	2.34	3.29
<b>Error Exp.</b>	39	0.4072	0.0104			
<b>Total.</b>	51	1.5006				

Al analizar los datos con la prueba de medias de Tukey (Cuadro 4.7), se observó que el mayor número de plántulas anormales se presentó en  $MgCl_2$  a concentraciones de 8 dS/m a este le siguen  $CaCl_2$  a una concentración de 2 dS/m

Cuadro 4.7 Comparación de medias entre los tratamientos y el testigo de la variable Plántulas Anormales.

Sal	Concentración (dS/m)	Medias *	Significancia
$CaCl_2$	2	25.03	NS
	4	32.47	NS
	6	37.58	NS
	8	64.64	**
NaCl	2	30.57	NS
	4	23.89	NS
	6	27.04	NS
	8	33.84	NS
$MgCl_2$	2	26.67	NS
	4	42.73	NS
	6	45.07	*
	8	72.22	**
Testigo	0	30.19	NS

\* Medias transformadas, \*\* Medias altamente significativas

De acuerdo a la tabla anterior podemos decir que el  $MgCl_2$  fue la sal que provocó más plántulas anormales, esto se debe a que provocó efectos tóxicos a concentraciones altas; podemos decir que a una concentración de 2 dS/m estimuló la germinación; sin embargo después de esta concentración produjo toxicidad, Coincidiendo con (Meiri, 1969) donde menciona que la anomalidad se debe al efecto de los iones o a la formación de productos metabólicos tóxicos

Las sales acumuladas en las raíces de las plántulas ocasionan anomalidad mostrando una deformación; esto indica que influye directamente en la germinación. En la Figura No. 4.7 se observa la gráfica del comportamiento de las medias de los tratamientos y el testigo para esta variable de plántulas anormales.

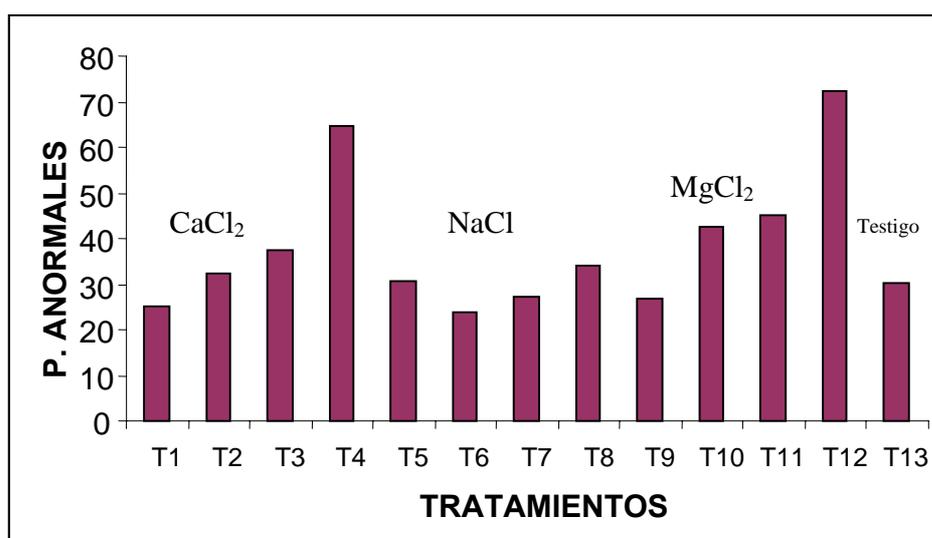


Figura 4.7 Grafica de comparación de medias entre los tratamientos y el testigo para plántulas anormales.

### Semillas Muertas

En esta variable tenemos que el calcio a una concentración de 8 dS/m fue la que presentó un mayor porcentaje de semillas muertas con un 27 por ciento a

este le siguen el  $\text{MgCl}_2$  a una concentración de 8 dS/m y quedando al final el testigo (Figura No. 4.8)

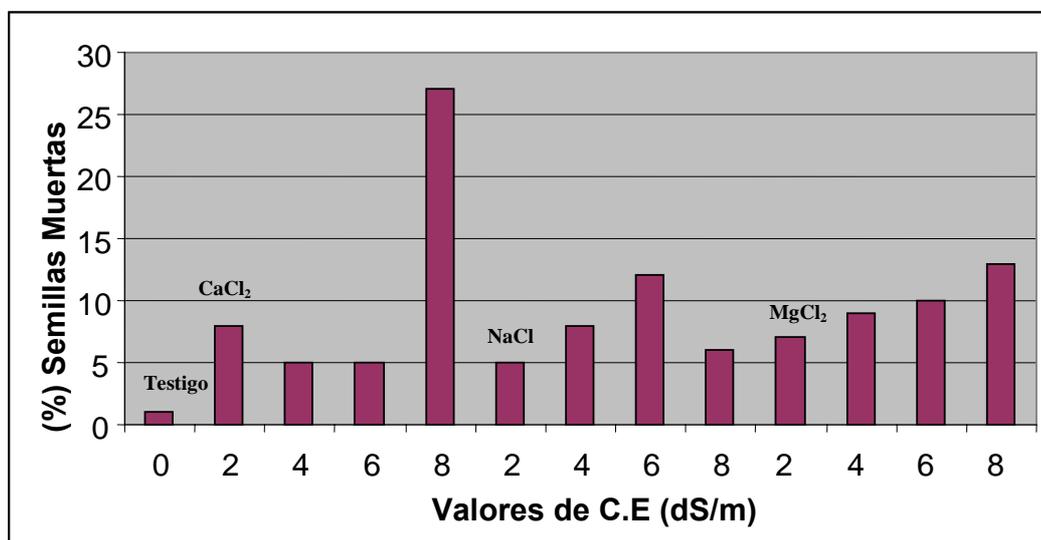


Figura 4.8 Porcentaje de semillas muertas con cuatro tipos de sales a diferentes concentraciones.

Para esta variable se tomó la lectura al final de la prueba. Al comparar los resultados con el tratamiento testigo se observó que este tuvo valores de uno por ciento. La sal que obtuvo valores mayores de semillas muertas fue el  $\text{CaCl}_2$  a una concentración de 8 dS/m con 27 por ciento a este le siguen 2 dS/m dejando al ultimo 6 y 4 dS/m con cinco por ciento.

Para el caso del  $\text{MgCl}_2$  la concentración que obtuvo el mayor valor de semillas muertas fue de 8 dS/m con un trece por ciento seguido de 6 dS/m con diez por ciento dejando al último 4 y 6 dS/m.

En NaCl a 6 dS/m fue la concentración que presentó el valor más alto con doce por ciento seguido de 4 dS/m con ocho por ciento dejando al último 8 y 2 dS/m respectivamente (Cuadro 4.8)

Cuadro 4.8 Porcentaje de semillas muertas del chile bajo cuatro tipos de sales y cuatro concentraciones.

Sal	Concentración (dS/m)	S. Muertas
CaCl <sub>2</sub>	2	8
	4	5
	6	5
	8	27
NaCl	2	5
	4	8
	6	12
	8	6
MgCl	2	7
	4	9
	6	10
	8	13
Testigo	0	1

El análisis de varianza (Cuadro 4.9) muestra que hubo diferencias altamente significativas en las concentraciones mientras que en los demás factores no hubo diferencias significativas.

Cuadro 4.9 análisis de varianza de la variable semillas muertas

F.V	G.L	Sc	CM	Fc	Fá	
					0.05	0.01
<b>Test - Fact.</b>	1	0.0027	0.0027	0.4219 NS	4.08	7.31
<b>A</b>	2	0.0143	0.0072	1.1250 NS	3.23	5.18
<b>B</b>	3	0.1001	0.0334	5.2188 **	2.84	4.31
<b>AB</b>	6	0.0611	0.0102	1.5938 NS	2.34	3.29
<b>Error. Exp</b>	39	0.2509	0.0064			
<b>Total</b>	51	0.4291				

NS= No significativo

\*, \*\* = denotan niveles de 0.05 y 0.01 por ciento de probabilidad.

La prueba de medias de Tukey (Cuadro 4.10) muestra que en la mayoría no existen diferencias significativas excepto en el  $\text{CaCl}_2$  a una concentración de 8 dS/m

Cuadro 4.10 Tabla de comparación de medias de tratamientos y el testigo para la variable semillas muertas.

Sal	Concentración (dS/m)	Medias *	Significancia **
$\text{CaCl}_2$	2	27.42	NS
	4	33.72	NS
	6	29.05	NS
	8	49.77	*
$\text{NaCl}_2$	2	29.05	NS
	4	27.42	NS
	6	33.72	NS
	8	37.25	NS
$\text{MgCl}_2$	2	31.83	NS
	4	28.94	NS
	6	29.44	NS
	8	33.62	NS
Testigo	0	35.35	NS

\* Medias transformadas

\*\* Medias altamente significativas

Como se puede observar la sal que presentó valores mayores de semillas muertas es la de  $\text{CaCl}_2$  a una concentración de 8 dS/m. En la figura 4.9 se observa el comportamiento de medias de los tratamientos y el testigo para esta variable de semillas muertas.

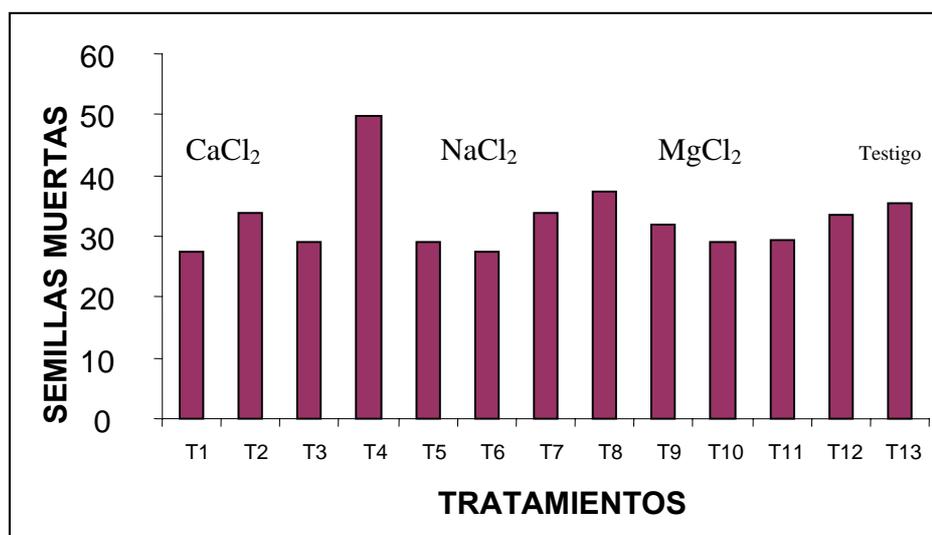


Figura 4.9 Grafica de las variable de semillas muertas, comparando tratamientos contra testigo

Cabe mencionar que no hubo presencias de semillas con hongos ya que la semilla se le aplicó un pretratamiento con un fungicida llamado captán.

### Longitud de Plúmula

Después de haber analizado las variables plántulas normales anormales y semillas muertas, seguimos con variables que ayudaran a corroborar las pruebas de vigor de las plántulas.

El análisis de varianza (Cuadro 4.11) muestra diferencias altamente significativas entre cada uno de los tratamientos. No encontrándose efecto conjunto entre los factores.

Cuadro 4.11 análisis de varianza para la variable longitud de la plúmula.

F.V	G.L	Sc	CM	Fc	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
<b>Test – Fact.</b>	1	2.143	2.14	214 **	4.08	7.31
<b>A</b>	2	7.044	3.52	352 **	3.23	5.18
<b>B</b>	3	2.653	0.88	88 **	2.84	4.31
<b>AB</b>	6	0.1311	0.02	2 NS	2.34	3.29
<b>Error Exp.</b>	39	0.4788	0.01			
<b>Total</b>	51	12.450				

Una vez analizados por el método de comparación de medias de Tukey (Cuadro 4.12). El análisis indica que existen diferencias entre los tratamientos y el testigo que se incluye como un tratamiento más y es el que obtuvo la mayor longitud de plúmula seguido de NaCl a una concentración de 6 dS/m.

Cuadro 4.12 Comparación de medias de tratamientos para la variable longitud de la plúmula.

Sales	Concentración (dS/m)	Medias	Significancia
Testigo	0	3.145	NS
NaCl	2	3.0175	NS
	4	2.7325	**
	6	2.655	**
	8	2.5275	**
MgCl <sub>2</sub>	2	3.0075	NS
	4	2.6225	**
	6	2.4475	**
	8	2.1875	**
CaCl <sub>2</sub>	2	2.17	**
	4	1.925	**
	6	1.765	**
	8	1.54	**

Y tenemos que el testigo se sitúa en el primer grupo estadístico seguido de NaCl con 2 dS/m y MgCl<sub>2</sub> a una concentración de 2 dS/m. estos tratamientos están claramente separados en un mismo grupo estadístico. En el testigo se registraron hasta 3.145 cm. de plúmula, seguido de NaCl con 2 dS/m, conforme aumentó la concentración de NaCl el crecimiento de la plúmula disminuía.

El  $\text{CaCl}_2$  con 8 dS/m se registro la menor longitud de plúmula con 1.54 cm. observándose como uno de los tratamientos que no presentó buen desarrollo de plúmula.

Estos resultados son similares a los de Shannon et al; (1987) en donde encontró que la sal ocasionó el decremento del tallo. El  $\text{CaCl}_2$  mostró muy poco crecimiento en sus concentraciones. También el  $\text{MgCl}_2$  es la sal que dio buenos resultados a concentraciones de 2 dS/m y 4 dS/m.

En general se observó (figura 4.10) que  $\text{NaCl}$  presentó un buen vigor a concentraciones menores de 6 dS/m, con esto podemos decir que  $\text{NaCl}$  permitió una buena germinación a concentraciones medias de sales.

Para el  $\text{CaCl}_2$  a una concentración de 6 dS/m presentó poco desarrollo de la plúmula.

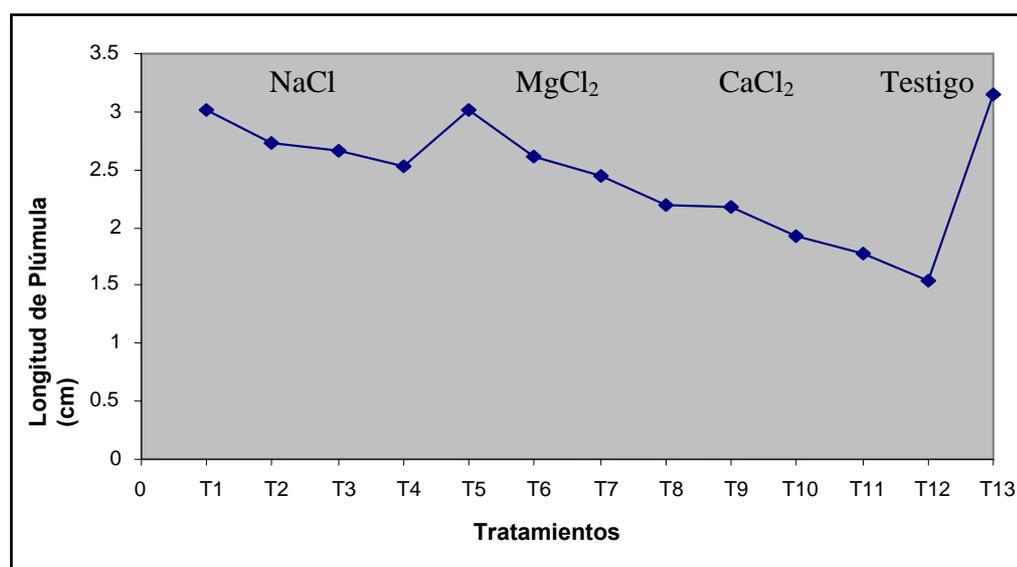


Figura 4.10 Longitud de la Plúmula.

### Longitud de Raíz

Continuando con las variables de vigor seguimos con la longitud de raíz. Esta variable también permite corroborar la buena germinación y el buen número de plántulas normales.

El análisis de varianza (Cuadro 4.13) muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

F.V	G.L	Sc	CM	Fc	F $\alpha$	
					0.05	0.01
<b>Test - Fact</b>	1	1.04	1.040	104**	4.08	7.31
<b>A</b>	2	10.12	5.060	506**	3.23	5.18
<b>B</b>	3	8.37	2.790	279**	2.84	4.31
<b>AB</b>	6	10.32	1.720	172**	2.34	3.29
<b>Error Exp.</b>	39	0.39	0.010			
<b>Total</b>	51	30.24				

Al aplicar la prueba de medias de Tukey (Cuadro 4.14) se observó que NaCl a una concentración de 2 dS/m se obtuvo 4.29 cm. de longitud, seguido de MgCl<sub>2</sub> a 2 dS/m con 2.59 cm. de raíz. El testigo mostró un buen comportamiento pues registro valores de 3.86 cm., observándose que fue superado por NaCl y MgCl<sub>2</sub>.

Cuadro 4.14 comparación de medias para la longitud de la raíz.

Sales	Concentración (dS/m)	Medias	Significancia
Testigo	0	3.86	NS
NaCl	2	4.2975	**
	4	3.965	NS
	6	3.7675	NS
	8	3.8675	NS
	2	4.01	*
MgCl <sub>2</sub>	4	3.7275	NS
	6	2.6575	**
	8	1.8	**
	2	2.33	**
CaCl <sub>2</sub>	4	3.8575	NS
	6	3.1225	**
	8	2.525	**
	2	2.33	**

Los mejores tratamientos que presentaron mayores valores fueron NaCl a 2 dS/m, MgCl<sub>2</sub> a 2 dS/m, Al aumentar las concentraciones de NaCl disminuyó la longitud de raíz, sin embargo el tratamiento testigo, se comportó de diferente manera.

En general podemos decir que el mejor tratamiento para la longitud de radícula es el NaCl y el peor fue el CaCl<sub>2</sub>

Podemos decir que el NaCl a concentraciones bajas estimula el crecimiento de las raíces, sin embargo a manera que aumenta la concentración se presenta una disminución en la raíz por efectos tóxicos (Figura No. 4.11)

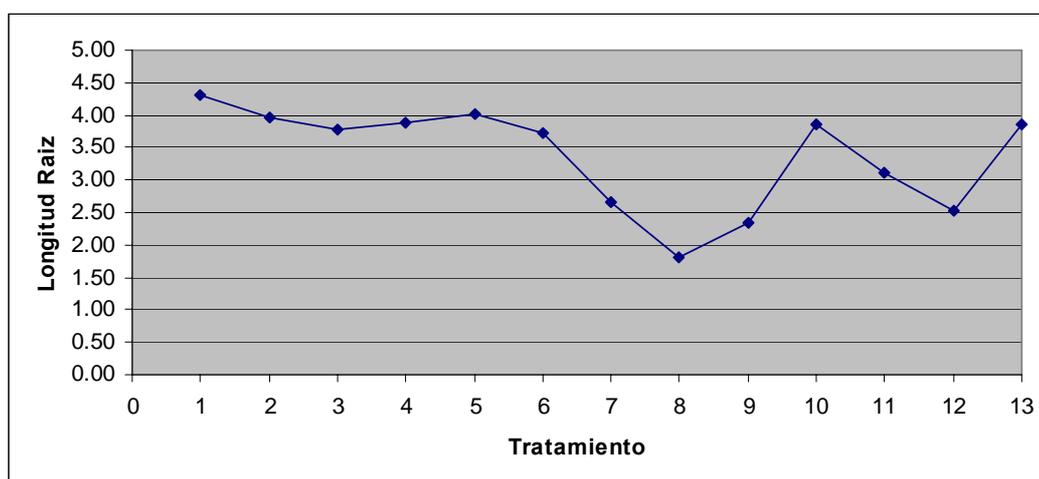


Figura 4.11 Grafica de la variable longitud de la raíz para cada tratamiento.

### Peso Seco

En el siguiente cuadro muestra el análisis de varianza para la variable peso seco donde se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 4.15 Análisis de varianza para la variable peso seco.

F.V	G.L	Sc	CM	Fc	F $\alpha$	
					0.05	0.01
<b>Test - Fact</b>	1	0.037	0.037	1.423 NS	4.08	7.31
<b>A</b>	2	0.068	0.034	1.308 NS	3.23	5.18
<b>B</b>	3	0.025	0.008	0.308 NS	2.84	4.31
<b>AB</b>	6	0.014	0.002	0.077 NS	2.34	3.29
<b>Error Exp</b>	39	1.008	0.026			
<b>Total</b>	51	1.152				

\*. \*\* Denotan el nivel de 0.05 y 0.01 por ciento de probabilidad.

NS no existe significancia.

Al analizar los datos con una prueba medias de “Tukey” (Cuadro 4.16), encontramos que en el testigo se obtuvieron valores de 0.388 gr. de peso seco indicando que este fue el que tuvo el mayor valor.

Cuadro 4.16 Tabla de comparación de medias de tratamientos para la variable peso seco.

Sal	Concentración (dS/m)	Medias	Significancia.
Testigo	0	0.388	NS
NaCl	2	0.305	NS
	4	0.276	NS
	6	0.234	NS
	8	0.193	NS
MgCl <sub>2</sub>	2	0.305	NS
	4	0.295	NS
	6	0.253	NS
	8	0.243	NS
CaCl <sub>2</sub>	2	0.342	NS
	4	0.341	NS
	6	0.336	NS
	8	0.343	NS

Entonces los mejores tratamientos que presentaron mayores valores fueron todos los de CaCl<sub>2</sub> seguido de NaCl a 2 dS/m con 0.305 gr así como también el de MgCl<sub>2</sub> a 2 dS/m. por supuesto que el tratamiento testigo es que encabeza a este grupo estadístico. Se observa que el NaCl a concentraciones altas es el que obtuvo el menor peso seco.

En general comparando por medio de la prueba de Tukey podemos decir que el CaCl<sub>2</sub> es la mejor sal que presentó mayor vigor para valores de peso seco, claro a excepción del testigo que es el que obtuvo valores altos y el peor fue el NaCl (Figura No. 4.12)

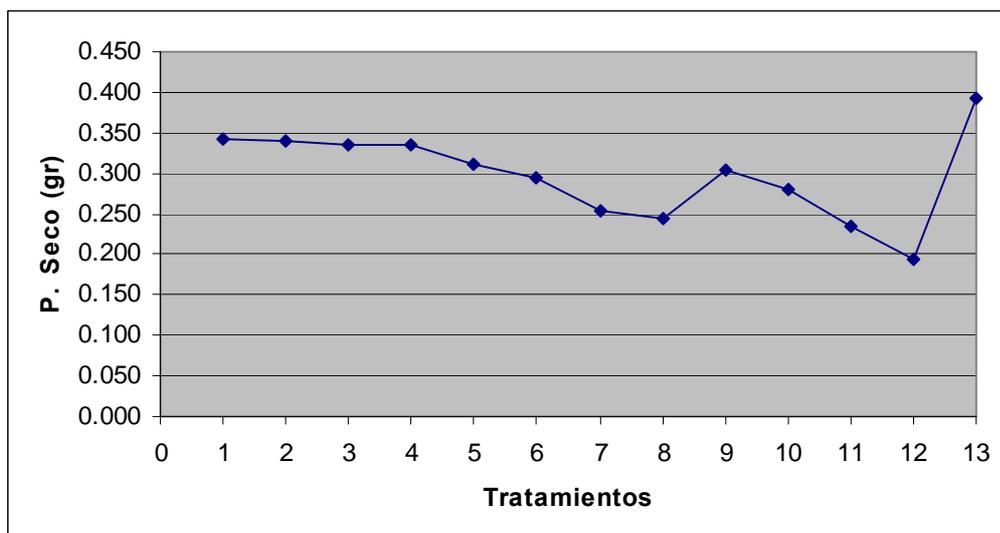


Figura 4.12 Gráfica que muestra la variable peso seco para cada tratamiento.

Se observó que a valores bajos de sal hay buena germinación, por lo tanto hay un buen vigor en las plántulas obteniéndose de esa manera un mayor valor de peso seco.

## V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. En germinación fisiológica el testigo fue el que obtuvo el mayor valor con 91 por ciento.

En condiciones salinas, es decir en las sales el  $\text{CaCl}_2$  y el  $\text{MgCl}_2$  fueron más altas con 89 por ciento ambas a 2 dS/m, dejando al último el  $\text{NaCl}$  con un 88 por ciento a 2 dS/m.

2. Los efectos que causaron las altas concentraciones en los tres tipos de sales fue de toxicidad y latencia.

3. En plántulas normales la sal que obtuvo los valores mayores fue la de  $\text{CaCl}_2$  a 2 dS/m con un noventa por ciento y la sal que obtuvo valores menores fue el  $\text{MgCl}_2$  a 2 dS/m con ochenta y seis por ciento.

4. En plántulas anormales fue el  $\text{MgCl}_2$  a una concentración 8 dS/m con un sesenta y dos por ciento el que obtuvo mayor porcentaje. La sal con la que obtuvo menores valores de plántulas anormales fue la de  $\text{CaCl}_2$  a 2 dS/m con un tres por ciento. En condiciones no salinas (testigo) el resultado fue similar al de  $\text{CaCl}_2$  a 2 dS/m con tres por ciento.

5. En semillas muertas fue el  $\text{CaCl}_2$  a 8 dS/m con un 27 por ciento, la sal que presentó valores menores después del testigo fue el  $\text{CaCl}_2$  a 2, 4 y 6 dS/m respectivamente en esta sal a concentraciones altas puede decirse que la germinación se inhibe.

6. En la variable longitud de plúmula la sal que presenta un buen vigor es el NaCl a 2 dS/m con una longitud promedio de 3.02 cm. Por supuesto que el testigo supera con 3.15 cm. La sal que presentó valores menores es el CaCl<sub>2</sub> a 8 dS/m con una longitud promedio de 1.54 cm. Esto quiere decir que el NaCl<sub>2</sub> favorece el desarrollo de la plúmula.

7. Para la longitud de raíz la mejor sal es el CaCl<sub>2</sub>, a una concentración de 2 dS/m a este le siguen 4 dS/m, la sal que presentó la menor longitud de radícula fue la del MgCl<sub>2</sub> a una concentración de 8 dS/m. Para la variable de pesos seco el mejor tratamiento fue el CaCl<sub>2</sub> a 2 dS/m a este le siguen 4, 6 y 8 cabe mencionar que estas concentraciones de este tratamiento se comportaron muy similares y ya después de esta le siguen el NaCl a 2 dS/m.

### **Recomendaciones**

1. Se recomienda que se hagan estudios de salinidad a campo abierto para comparar los resultados con laboratorio, ya que influyen otros factores como clima, temperatura etc. Así como también evaluar otros tipos de variedades y sales.
2. También es conveniente realizar estudios de salinidad en otras etapas del cultivo de chile para evaluar los efectos que se tienen en rendimientos.
3. Se requiere también que se evalúen otras diferentes concentraciones de salinidad para obtener información mas completa.

## VI. LITERATURA CITADA

Aceves, N. E 1979. El ensalitramiento de los suelos bajo riego (Identificación, Control, Combate y Adaptación). Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. Pp. 160-164.

Bolaños, H. A. 1998. Introducción a la Olericultura Editorial Universidad a distancia. San José Costa Rica. pp. 95

Bolívar, D. M 2006 Apuntes de Suelos Salinos Sódicos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Sin editar.

Chapman, D.H. 1973. Diagnostic Criteria For Plants and Plant Nutrition, University of California Citrus Research Center and Agricultural Experiment Station. Riverside, California, U.S.A.

CONAPROCH 2006. Comisión Nacional de Productores de Chile (CONAPROCH) Botánica de chiles 2006 [http://www.conaproch.org/ch\\_chiles\\_botanica.htm](http://www.conaproch.org/ch_chiles_botanica.htm)

Copeland, L.O. and Mc. Donald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. 2a. Edition Mcmillan Publishing Company. New York, N.

Estrada, L. F. 1995 Evaluación de la Salinidad en Cinco Especies del Genero *Lycopersicon* en la Etapa de Desarrollo y Tres Especies en la Etapa de Germinación. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp 12 -19.

Feuchter, R.F 2002. Transferencia de tecnología para el rescate de suelos mediante la integración ganadera. Recuperación de suelos salinos agrícolas, mediante el establecimiento de praderas bajo riego y cultivos alternativos. Universidad Autónoma Chapingo, Cd. Obregón, Sonora, México. [www.zoetecnocampo.com/documentos/recuperación0](http://www.zoetecnocampo.com/documentos/recuperación0)

Guerra, H.M. 1993. Tolerancia a la Salinidad en el Mejoramiento y la Producción Agrícola. Seminarios de Postgrado, Especialidad Fitomejoramiento, Departamento de Fitomejoramiento, División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. p. 64-77.

Hernández, D. J. 2005. Olericultura “manual de laboratorio y campo” Departamento de Horticultura. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 166

Janick, J. 1985. Horticultura científica e industrial. Editorial Acribia Zaragoza. España. Pp. 554

Maas, E.V. 1993. Plant growth response to SALT stress. In: Towards the Rationale Use Of High Salinity Tolerant Plants. H Lieth, A Al Masoom (eds) Vol. 1. Kluwer Academic Publishers. Pp. 279 – 291.

Michel, L.S.M.A. 1992. Respuesta del *Atriplex lentiformis* a cuatro Tipos de Sales y Cinco Valores de Presión Osmótica durante la Etapa de Germinación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

Meiri, A. 1969. Plant Response To Salinity. In: Yron, B; E Panfors and Y. Vaadia (Ed.). Irrigation in Arid Zones. Ministry in Arid Zones. Ministry of Agricultura, The Volcán Institute of Agricultura Research and Extensión Service Foreign Training Department. Bet-Dagan, Israel. Pp. 273-279.

Morales, N.C.R 1992. Efecto de Sustancias Hùmicas y Hormonales sobre la Germinación y Vigor en Semillas de Pastos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila.

Moreno, M.E. 1996. Manual para el análisis de Semillas. Productora Nacional de Semillas PRONASE, México, D.F.

Peña, I. De La. 1980. Salinidad de los Suelos Agrícolas – Su Origen – Clasificación - Prevención y Rehabilitación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 1 -10

Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Ed. Por Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V. México. Pp. 647 – 649.

Steel R.G and J. Torrie H. 1998. Principles and Procedures of Statistics, with special reference to the biological Sciences. Ed. McGraw-Hill Nueva York. Pp. 162-164.

U.S. Department of Agricultura. 1965. Semillas. Manual para el Análisis de su calidad. Editorial Herrero. S.A. México D.F. p. 95-403

Valadez, L. A. 1997. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa. México D.F. pp. 197 -211

