



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Instituto Tecnológico de

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

EVALUACIÓN DE *Trichodermaasperellum* BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD POR CLORURO DE SODIO (NaCl).

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA

PRESENTA

MARÍA GUADALUPE RODRÍGUEZ TORRES

13270762

ASESOR:

DRA. NANCY RUIZ LAU

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.DICIEMBRE 2018

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. JUSTIFICACION.	4
3. OBJETIVOS	5
3.1. OBJETIVO GENERAL	5
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.	5
4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPO.	5
4.1. VALORES.	5
4.2. MISIÓN	6
4.3. VISIÓN	6
4.4. LOCALIZACIÓN.	6
5. PROBLEMAS A RESOLVER.	7
6. ALCANCE Y LIMITACIONES.	7
6.1 Alcances.	7
6.2 Limitaciones.	7
7. FUNDAMENTO TEÓRICO.	7
7.1. ¿QUÉ ES LA SALINIDAD?	7
7.2. SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS.	8
7.3. EFECTO DE LAS SALES EN EL SUELO	9
7.4. SUELOS SALINOS Y SÓDICOS Y SU EFECTO EN LAS PLANTAS	9
7.5. MODELO DE ESTUDIO.	10
7.5.1. GENERO <i>trichodema</i>	10
8. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.	10
8.1. CULTIVO DE LA MUESTRA FUNGICA	10
8.2. TRATAMIENTO CON NaCl	10
9. PARAMETROS A EVALUAR	11
10. RESULTADOS.	11
10.1. EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA AL ESTRÉS POR NaCl	11
11. CONCLUSIÓN	13
BIBLIOGRAFÍA	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ITTG.	6
------------------------------------	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 72 horas.....	6
Tabla 2. 96 horas.....	6

1. INTRODUCCIÓN.

La salinidad en los suelos es un problema que limita la actividad agrícola, esto debido que provoca la disminución de la capacidad productiva y el rendimiento de los cultivos, afectando directamente el medio ambiente, sobre todo en las zonas donde la evaporación superficial y la absorción de agua por las plantas sobre pasa el nivel de precipitaciones., dando origen a un movimiento ascendente de las sales presentes en las aguas subterráneas, desplazándose hacia la superficie del suelo (Hanay et al. 2004; Liang et al. 2005; Smith y Smith 2007).

Más de 800 millones de hectáreas de terrenos están afectados por la salinidad. La mayoría de los suelos salinos se encuentran en las zonas áridas y semiáridas y se han formado de manera natural mediante la intemperización de las rocas que liberan sales solubles que se acumulan a través del tiempo(Rengasamy, 2002).

A nivel mundial, cerca del 20% de los suelos de irrigación son afectados por sales. Esto se refleja en una pérdida de 1.5 millones de hectáreas de suelos irrigados al año, lo cual resulta en una disminución de 11 mil millones de dólares en la productividad agrícola, debido al aumento en la concentración de sales en el espesor de suelo donde se desarrolla el sistema radical de los cultivos (Bronwyn *et al.*, 2007).

El uso de agua con presencia de sodio se vuelve un obstáculo en el crecimiento óptimo de la mayoría de las plantas. Estos sistemas aumentan gradualmente la concentración de sales solubles en el suelo, principalmente cloruros de sodio, calcio y magnesio, y en menor grado, sulfatos y carbonatos. Esta cantidad excesiva de sales no solamente daña los procesos microbiológicos, propiedades

físicas y químicas del suelo, sino también provocan un estrés en las plantas cultivadas afectando negativamente sus procesos fisiológicos y bioquímicos que conducen a la disminución del potencial productivo de la mayoría de los cultivos de importancia agrícola (Maas & Hoffman, 1977). Al incrementar el sodio en el suelo se producen carbonatos y bicarbonatos de sodio aumentando el pH, dificultando la disponibilidad de los nutrientes para la planta como P, Mn, Fe, Zn esto forma serias deficiencias a la planta manifestándose en quemaduras en las hojas, escaso crecimiento, poca producción y en muchas veces la disminución del rendimiento hasta del 100% (Villanueva & Hernández, 2001).

Taiz & Zeiger, (2010) describieron dos componentes del estrés por salinidad (principalmente altas concentraciones de Na^+ y Cl^-) que son inespecíficos (estrés osmótico que causa déficit de agua) y específicos (acumulación de iones tóxicos que alteran la adquisición de nutrientes y que son citotóxicos (Munns & Tester, 2008).

En México la mayoría de las plantas de importancia agrícola son sensibles a la salinidad y su producción se ve reducida significativamente cuando se cultivan en suelos salinos (Bronwyn *et al.*, 2007). Desde hace varias décadas se sabe que existen diferencias en la tolerancia a la salinidad entre especies, inclusive entre cultivares o variedades de la misma especie, en la actualidad esto se ha estado aprovechando en los programas de mejoramiento genético para transferir tolerancia a especies con mayor importancia económica, y que a su vez son sensibles al estrés salino.

2. JUSTIFICACIÓN.

La salinidad está entre los factores ambientales que provocan pérdidas considerables en la producción agrícola a nivel mundial y es uno de los problemas más serios que enfrenta la agricultura sostenible. Los mecanismos de tolerancias de las plantas pueden verse favorecidos por la simbiosis con el microbioma existente en la rizosfera, ciertas variedades de *Trichoderma* spp. tienen efectos benéficos sobre el crecimiento de la planta y aumentan la resistencia a estrés

biótico y abiótico. De ahí la importancia de estudiar la tolerancia a NaCl de *Trichoderma asperellum* con la finalidad de ser utilizado bajo condiciones de salinidad en cultivos de importancia agrícola.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar el rango de tolerancia de *Trichoderma asperellum* a salinidad por cloruro de sodio (NaCl).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Determinar la concentración máxima de NaCl la cual *Trichoderma asperellum* detiene su crecimiento.

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE REALIZÓ EL ESTUDIO.

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio No. 12 del Polo Tecnológico del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; bajo la dirección de la Dra. Nancy Ruiz Lau.

4.1. VALORES.

- El ser humano.
- El espíritu de servicio.
- El liderazgo.
- El trabajo en equipo.
- La calidad.
- El alto desempeño.
- Respeto al medio ambiente.

4.2. MISIÓN

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

4.3. VISIÓN

Ser una institución de excelencia en la educación superior y tecnológica del sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

4.4 LOCALIZACIÓN.

Carretera Panamericana Kilómetro 1080, Terán, 29050 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

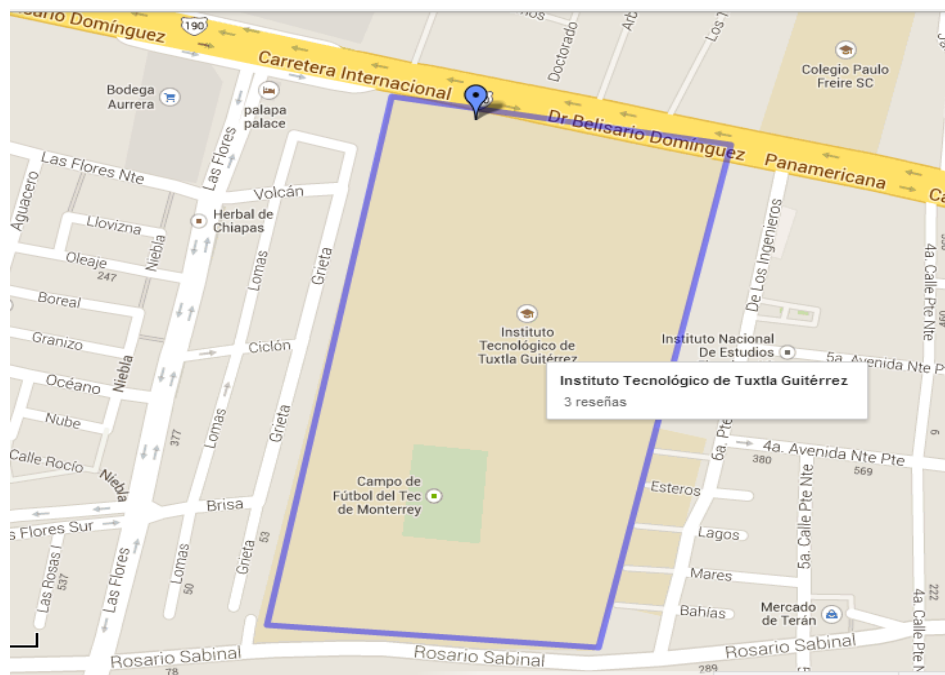


Figura 1. Ubicación del ITTG.

5. PROBLEMAS A RESOLVER.

La concentraciones de sal en el suelo aumentan anualmente, por lo que es de gran importancia buscar nuevas formas de simbiosis de las plantas para lograrlas hacer más tolerantes a éste estrés. El estudio de especies de microorganismos capaces de hacer simbiosis con las plantas de impacto agrícola logrará minimizar los síntomas causados por salinidad y/o incrementar su tolerancia.

6. ALCANCE Y LIMITACIONES.

6.1 Alcances:

1. El presente estudio estableció la concentración máxima de NaCl a la cual *Trichoderma asperellum* detiene su crecimiento.
2. El estudio solo se llevó a cabo con la especie *T. asperellum*.

6.2 Limitaciones:

1. La principal limitación con la que nos enfrentamos al realizar el trabajo de investigación fue el crecimiento macizo del hongo en un corto rango de tiempo.
2. El periodo de tiempo recolección de datos fue de 4 meses partiendo de agosto de 2018.

7. FUNDAMENTO TEÓRICO.

7.1. ¿QUÉ ES LA SALINIDAD?

La salinidad se define como la presencia de concentraciones excesivas de sales solubles en el suelo. Los suelos son definidos como salinos si su contenido de sales solubles alcanza a dañar las plantas haciendo que estas bajen su productividad. El término salinidad se refiere a la presencia en el suelo de una alta concentración de sales perjudiciales a las plantas por su efecto tóxico y la disminución del potencial osmótico del suelo. La situación más frecuente de salinidad en los suelos es por NaCl pero los suelos

salinos suelen presentar distintas combinaciones de sales, siendo comunes los cloruros y los sulfatos de Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} (Jenks & Hasegawa, 2005).

7.2.SALINIZACIÓN DE LOS SUELOS

Los factores por la cual se desarrollan los suelos salinos son: litológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, antrópicos, así mismo describen los ciclos de salinización que son: Ciclos continentales, ciclos marinos, ciclos deltáicos, ciclos artesianos, ciclos antropogénicos (Porta *et al.*, 2008).

Los ciclos continentales se deben principalmente a la movilización, redistribución y acumulación de cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonato sódico condicionados por clima, el régimen de humedad en el suelo, la posición geomorfológica y un deficiente drenaje. Dentro de este ciclo se observan la acumulación primaria y secundaria de sales. La acumulación primaria ocurre por la meteorización de las rocas "*in situ*" acumulándose en un solo lugar; y la acumulación secundaria ocurre por la movilización y redistribución de sales a cierta distancia de su lugar de origen.

Los ciclos marinos ocurren en suelos de llanuras a lo largo de las costas, bahías y marismas acumulando principalmente cloruro sódico. Los ciclos deltáicos se benefician de entarquinados que se derivan de inundaciones. Los ciclos artesianos se dan en determinadas áreas geográficas donde se supone hay agua freática profunda y estas al ascender pueden atravesar materiales que den origen a la salinización.

Los ciclos antropogénicos debido a la acción del hombre. Fortanelli (1999) menciona que si bien el suelo ha sufrido cambios propios del resultado evolutivo natural; la agricultura como parte de las actividades humanas ha contribuido significativamente a la alteración de los ciclos naturales y equilibrio dinámico entre el suelo, flora y fauna silvestre por una parte para contribuir a la producción de alimento vegetal y animal y por otra por el inadecuado manejo del mismo.

7.3.EFECTO DE LAS SALES EN EL SUELO

El principal efecto que tiene la acumulación de sales desde el punto de vista de la fertilidad es la pérdida de su estructura (Jordán, 2009).

En las zonas áridas y semiáridas, los problemas de salinidad y sodicidad son un factor limitante en la productividad de las plantas cultivadas. Dado que en zonas áridas las precipitaciones no son muy altas, es decir que la evaporación es mucho mayor a la precipitación, los lavados son de naturaleza local y las sales solubles no son transportadas muy lejos a diferencia de las zonas húmedas donde se lava el perfil y son llevadas a las capas inferiores hacia el agua subterránea y finalmente a los océanos. Las características químicas de los suelos salinos quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de sales presentes (Castellanos, 2000).

Las partículas del suelos adsorben y retienen cationes a consecuencia de las cargas eléctricas que existen en la superficie, cuando los cationes se han adsorbido se han combinado químicamente con las partículas del suelo y estas pueden ser remplazadas por otros cationes que se encuentren en la solución del suelo a esta reacción se le llama intercambio de cationes. Los cationes de magnesio, calcio y sodio son rápidamente intercambiables y otros cationes como el potasio y el amonio pueden quedar retenidos en determinada posición sobre las partículas del suelos que se dice que han sido fijados (Richards, 1974).

7.4. SUELOS SALINOS Y SÓDICOS Y SU EFECTO EN LAS PLANTAS

Las sales reducen el potencial osmótico de la solución del suelo; estas disminuyen la disponibilidad de agua en el suelo para las plantas creando condiciones de estrés aun cuando hay un buen nivel de humedad presente en el suelo.

La alcalinidad en suelos reduce la actividad biológica (fúngica y bacteriana). En términos agronómicos es la reducción nitrificadora y la alteración del ciclo del N.

Altera los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes esenciales (Nielson & Sarudiansky, 2005).

7.5. MODELO DE ESTUDIO.

7.5.1 trichoderma

Existen cepas que tienen una acción bioestimulante predominante y otras que tienen una actividad antagonista dominante. Por lo que algunas cepas de *Trichodermas* son más adecuados para control biológico y otras para estimular el crecimiento del cultivo y la mejor absorción de nutrientes (Benítezet al, 2004; Shores et al, 2010; Contreras-Cornejo et al, 2013,2014A; Zhao et al, 2014; Colla et al, 2015^a, b).

El género *Trichoderma* en la actualidad se compone en más de 200 especies (Atanasova et al, 2013). Las especies de *Trichoderma* son considerados como componentes cosmopolitas y prevalentes pertenecientes a diferentes ecosistemas en una amplia gama de zonas climáticas mientras que otros se limitan a zonas geográficas específicas (Harman et al, 2004). Las especies crecen y se ramifican las hifas del hongo de 5 – 10 m de diámetro. La mayoría de las especies de laboratorio producen esporas asexuales tales como conidios clamidiasporas y en su ambiente natural algunos forman ascosporas en peritecios.

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

8.1 CULTIVO DE LA MUESTRA FÚNGICA.

Para la obtención de colonias jóvenes de *T. asperellum* se procedió a una resiembra de la cepa original otorgada por el cepario del Instituto Nacional de México campus Tuxtla.

8.2. TRATAMIENTO CON NaCl

Para simular el estrés salino se utilizó NaCl en concentraciones de: 0, 50, 100, 150, 200, 250 y 300mM. Los tratamientos se realizaron en cajas Petri desechables redondas con capacidad para 20 mL de medio de cultivo PDA. La medición del diámetro se realizó diariamente hasta que el micelio del testigo tocó los bordes de la caja.

8. 3 PARÁMETRO A EVALUAR

El crecimiento radial del hongo se medirá con una regla graduada diariamente hasta los cinco-siete días, tiempo en el cual el micelio alcanza el borde de la caja. Las placas se sellarán con Parafilm y se incubarán a una temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$. Se emplearán tres repeticiones para cada tratamiento.

9. RESULTADOS

9.1. EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA AL ESTRÉS POR NaCl

[NaCl] (mM)	LONGITUD DEL DIAMETRO (cm)	OBSERVACIONES
0	5.4	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
50	6.6	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
100	5.9	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
150	6.0	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
200	5.4	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
250	5.3	BOLITAS BLANCAS
300	5.4	BOLITAS BLANCAS

Tabla 1. 72 horas

[NaCl] (mM)	LONGITUD DEL DIAMETRO (cm)	OBSERVACIONES
0	8.4	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
50	8.3	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
100	8.4	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
150	8.3	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
200	8.2	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
250	8.4	BOLITAS BLANCAS
300	8.4	BOLITAS BLANCAS

Tabla 2. 96 horas

[NaCl] (mM)	LONGITUD DEL DIAMETRO (cm)	OBSERVACIONES
0	2.2	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
100	1.9	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
200	1.7	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
300	1.5	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
400	1.2	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
500	1.0	BOLITAS BLANCAS

Tabla 3. 24 horas repeticion

[NaCl] (mM)	LONGITUD DEL DIAMETRO (cm)	OBSERVACIONES
0	3.7	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
100	3.3	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
200	3.1	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
300	2.7	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
400	2.1	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
500	2.0	BOLITAS BLANCAS

Tabla 4. 36 horas repeticion

[NaCl] (mM)	LONGITUD DEL DIAMETRO (cm)	OBSERVACIONES
0	5.9	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
100	5.5	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
200	5.0	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
300	4.6	PUNTOS VERDES Y BLANCOS

Los datos fueron recopilados en concentraciones de 0 a 300 mM con aumentos de 50 en 50. Se midió el diámetro de las muestras a las 72 y 96 horas, hasta que alcanzo el diámetro de la caja aproximadamente 4 días.

400	3.7	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
500	3.8	BOLITAS BLANCAS

Tabla 5. 48 horas

[NaCl] (mM)	LONGITUD DEL DIAMETRO (cm)	OBSERVACIONES
0	7.4	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
100	7.0	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
200	6.6	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
300	6.0	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
400	5.0	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
500	4.8	BOLITAS BLANCAS

Tabla 6. 60 horas repeticion

[NaCl] (mM)	LONGITUD DEL DIAMETRO (cm)	OBSERVACIONES
0	8.3	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
100	8.3	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
200	7.9	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
300	7.2	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
400	6.9	PUNTOS VERDES Y BLANCOS
500	6.2	BOLITAS BLANCAS

Tabla 7. 72 horas repeticion

10. CONCLUSIÓN.

El *Trichoderma asperellum* es bastante resistente a altas concentraciones de NaCl, presentando un notable crecimiento hasta la concentración máxima probada de 500 mM, el crecimiento se vio poco afectado considerando de la concentración de 300 mM de la primera vez comparada con la concentración de 500 mM de la repetición, este notable crecimiento a esta concentración sugiere que su límite de tolerancia está por encima de 500 mM de NaCl.

BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, H. (1934). Estudio botánico acerca de las Solanáceas mexicanas del género *Capsicum*. *Anales del Instituto de Biología. UNAM*, 5, 303-321.
- Bronwyn, J., Vera-Estrella, R., & Balderas, E. (2007). 8. Bronwyn J. B., R. Vera-Estrella, E. BaldMecanismos de Tolerancia a la salinidad en plantas. *Biotecnología*, 14, 263-272.
- Burdon J.J, J., & Jarosz, A. (1989). Wild relatives as sources of disease resistance. En: Brown A.H.D., Frankel O.H., Marshall D.R. and Williams J. T. Eds. *The Use of Plant genetic resources.*, pp. 280-296.
- Castellanos, J., Uvalle-Bueno, J., & Aguilar, A. (2000). Memoria en curso sobre interpretación de análisis de Suelos, Aguas Agrícolas, Plantas y ECP.
- D'Arey, W. (1973). Flora of Panama. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 60, 573-780.
- Escandón Martínez, M. A. (2011). CRECIMIENTO Y CONTENIDO NUTRIMENTAL EN RAÍZ DE CHILE (*Capsicum annum* L.) CULTIVADO EN UN SUELO SALINO-SÓDICOTRATADO CON YESO Y BIOFERTILIZANTE. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, FACULTAD DE AGRONOMÍA*, 11-12.
- Escandon, M. A. (2011). Crecimiento y contenido nutrimental en raíz de chile (*capsicum annum* l.) cultivado en un suelo salino-sódico tratado con yeso y biofertilizante.
- Food and Agricultural Organization. (2005). Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soil.
- Fortanelli, M. (1999). El suelo y los problemas de su uso en el estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina*, 14(1), 66-84.
- García, Á. (2012). Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *IAH* 7, 26.
- Harlan, J. (1976). Genetic resources in wild relatives of crops. *Crop Science*, 16, 329-333.
- Heiser, C. (1964). Los chiles y ajíes de Costa Rica y Ecuador. *Ciencia y Naturaleza*, 7, 50-57.
- Heiser, C., & Smith, P. (1953). The cultivated *Capsicum* peppers. *Economic Botany*, 7, 214- 226.
- HORTALIZAS, P. D. (2006). *MANEJO DE LA SALINIDAD EN LA SOLUCION DEL SUSTRATO*.
- Jenks, M., & Hasegawa, P. (2005). Plant Abiotic Stress. *India. Blackwell Publishing Ltd*, p. 270.
- Jordán, L. A, L. (2009). *Manual de edafología*. Universidad de Sevilla: Departamento decristalografía, mineralogía y química agrícola.
- Knapp, S. (2002). Tobacco to tomatoes: A phylogenetic perspective on fruit diversity in the Solanaceae. *Journal of Experimental Botany*, 53, 2001-2022.
- Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology*. Berlin: 4th ed. SpringerVerlag.
- Lira Saldivar, R. (2003). *Fisiología Vegetal*. Trillas.

- Maas, E., & Hoffman, G. (1977). Crop salt tolerance: Current assessment. *Drainage Div. ASCE*, 103, 115-134.
- Medina-Hernández, D. (2009). *Respuesta comparativa al estrés salino entre Capsicum annuum var. glabriusculum y Capsicum annuum var. annuum: Análisis molecular, fisiológico y morfométrico*. La Paz B.C.S. : Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Montaño, N., & Monroy, A. (2000). Conservación ecológica de suelos en zonas áridas y semiáridas en México. *Ciencia y Desarrollo*, 154, 26-37.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
- Nielson, H., & Sarudiansky, R. (2005). *Minerales para la agricultura en latinoamérica*. Capítulo VI pp 427-574.
- Ollat, N., Fermaud, M., Tandonnet, J., & Neveux, M. (1998). Evaluation of an indirect method for leaf area index determination in the vineyard: Combined effects of cultivar, year and training system. *Ollat N., M. Fermaud, J.P., Tandonnet, and M. Neveux. 1998. Evaluation of an indirect method for leaf area Vitis*, 37(2), 73-78.
- Olmstead, R., Sweere, J., Spangler, R., & Boh, L. (1999). Phylogeny and provisional classification of the Solanaceae based on chloroplast DNA. *Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization.*, 111-137.
- Parés, J., Arizaleta, M., Sanabria, M., & Gar, G. (2008). Efecto de los niveles de salinidad sobre la densidad estomática, índice estomático y el grosor foliar en plantas de *Carica papaya* L. *Acta Bot. Venez.*, 31, 27-34.
- Pickersgill, B. (1969). The Archaeological Record of Chili Peppers (*Capsicum* Spp.) and the Sequence of Plant Domestication in Peru. *Society for American Archaeology*, Vol. 34, Pag. 54-61.
- Pimienta Barrios, E., Muñoz, A., Ramirez, B., & Mendez, L. (2006). *Desarrollo Vegetal*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Porta, J., López-Acevedo, M., & Ponch, R. (2008). Introducción a la edafología. Uso y protección del suelo. Ed. Mundi-Prensa.
- Rengasamy, P. (2002). Transient salinity and subsoil constraints to dryland farming in Australian sodic soils: an overview. *Australian Journal of Experimental Agriculture.*, 42, 1. Rengasamy Pichu. 2002. Transient salinity and subsoil constraints to dryland farmi351–361.
- Richards, L. (1974). *Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos*. México: Ed. LIMUSA. Mexico. 172 P.
- ROMERO-ARANDA, R., & SORIA, T. (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, 160, 265-272.
- Salisbury, F., & Ross, C. (1992). *Plant Physiology*. California, U. S. A.
- Stalker, H. (1980). Utilization of wild species for crop improvement. *Advances in agronomy*, vol 30.

- Taiz, L., & Zeiger, E. (1998). *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Massachusetts, U. S. A.: Inc. Publishers. Sunderland, ISBN : 0878938311.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant physiology*. Sunderland, MA: 5th ed. Sinauer Associates Publisher.
- Trejo-Téllez, L., & Gómez-Merino, F. (2007). Elementos Benéficos. En *Nutrición de Cultivos* (págs. ISBN 978-968-7462-48-6). México, D. F., México.
- USDA. (1982). Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. *Ed. Limusa, México*.
- Villanueva, D., & Hernández, R. A. (2001). Calidad del agua en tres áreas de San Luis Potosí y su efecto en la producción de cultivos. *Folleto técnico, No. 13, 26*.
- Welles, J., & Norman, J. (1991). Instrumental for indirect measurement of canopy architecture. *Agron. J, 83, 818-825*.
- Willadino, L., & Camara, T. (2003). Origen y naturaleza de los ambientes salinos. En M. N. Reigosa, *La ecofisiología vegetal*. (págs. 303-330). Madrid: International Thomson Editores Spain Paraninfo.