

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Comparación de la Germinación, Vigor y Contenido de Auxinas en Semillas de Dos
Cereales Bajo Condiciones de Salinidad

Por:

LUZVI PAOLA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Comparación de la Germinación, Vigor y Contenido de Auxinas en Semillas de Dos
Cereales Bajo Condiciones de Salinidad

Por:

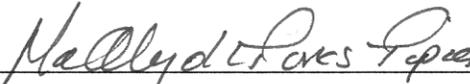
LUZVI PAOLA GUTIÉRREZ VÁZQUEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada


M.P. María Alejandra Torres Tapia

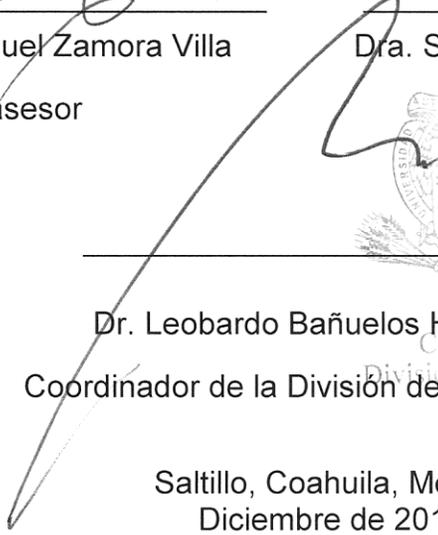
Asesor Principal


Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Coasesor


Dra. Silvia Yudith Martínez Amador

Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2013

DEDICATORIAS

A mis padres

Moisés Gutiérrez Castillo y Matilde Vázquez López. Por todo el amor que me han brindado, por los consejos, el apoyo, la confianza que han depositado en mi. Por ser excelentes padres.

A mis Hermanos y Hermanas

Benito y Mario. Por El apoyo económico que me brindaron por la confianza, y el cariño.

Auri, Yanilu, Janeth y Nayeli. Por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación y cariño.

A mis tíos

Javier Vázquez López y Candelaria Vázquez López. Por El apoyo que le han brindado a mi familia.

Amigos

Gorety, Elizabeth, Cora, Mili, Fer, por su amistad durante nuestra formación, por las alegrías, tristezas, así mismo a **Dulce, Adi, Brenda e Irasema** por compartir su amistad y al mismo tiempo compartir un deporte.

A mis amigos de generación de la carrera de Ingeniero en Agrobiología, por la confianza y los conocimientos compartidos.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a **Dios** por todas las bendiciones que me ha dado y por permitir terminar esta etapa de mi vida.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme sus puertas y permitirme alcanzar mi formación académica.

A la **M.P. María Alejandra Torres Tapia** por permitirme trabajar con ella en la elaboración de este proyecto, por la dedicación que me brindo en las revisiones de este trabajo y por la amistad que me brindo y por los conocimientos que me transmitió en los cursos que me impartió durante mi formación profesional.

Al **Dr. Víctor Zamora Villa** por la participación en esta investigación.

A la **Dra. Silvia Yudith Martínez Amador** por formar parte de este proyecto.

Al **Ing. Modesto Colín Rico** por la confianza y la buena disposición al apoyarme.

TLQ. Martha Alicia Jaramillo Sánchez por el apoyo que me brindo en la toma de datos en esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
Hipótesis	9
REVISION DE LITERATURA	10
Cereales	10
Tolerancia salinidad.....	16
Germinación	19
Vigor	22
Producción o cuantificación de auxinas.....	23
Otro cultivo	24
MATERIALES Y MÉTODOS	25
Ubicación del estudio	25
Material genético.....	25
Tratamientos.....	26
Variables evaluadas	26
RESULTADOS y DISCUSION	30
Capacidad de germinación.....	30
Longitud Media de Plúmula (LMP).....	41
Cuantificación de auxinas	43
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFIA	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
3.1	Identificación de los materiales genéticos en el estudio.....	25
3.2	Identificación de los tratamientos utilizando NaCl en el estudio de evaluación de genotipos de semillas de grano pequeño bajo condiciones de salinidad.....	26
4.1	Cuadrados medios y nivel de significancia en la prueba de capacidad de germinación en semillas de dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.....	31
4.2	Comparación de medias en PN por concentraciones de NaCl en dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.....	32
4.3	Comparación de medias en PA por concentraciones en dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.....	35
4.4	Comparación de medias en SSG por concentraciones en dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.....	39
4.5	Cuadrados medios y nivel de significancia en la longitud media de la plúmula de dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.....	42
4.6	Comparación de medias por concentraciones en la variable de longitud media de la plúmula para el día 10 y 11 en dos cereales con NaCl bajo condiciones de laboratorio 2012.....	43
4.7	Cuadrados medios y nivel de significancia en la cuantificación del auxinas en la radícula de dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.....	44
4.8	Comparación de medias por concentraciones en la variable de cuantificación de auxinas en la radícula en dos cereales con NaCl bajo condiciones de laboratorio 2012.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	pagina
4.1	Respuesta de la variable plántulas normales dentro de la prueba capacidad en genotipos de grano pequeño en diferentes concentraciones de NaCl, en condiciones de laboratorio, 2012.....	34
4.2	Comportamiento de la variable porcentaje de plántulas anormales dentro de la prueba capacidad de germinación en genotipos de grano pequeño en diferentes concentraciones de NaCl, bajo condiciones de laboratorio, 2012.....	37
4.3	Respuesta de la variable porcentaje de semillas sin germinar dentro de la prueba capacidad de germinación en genotipos de grano pequeño en diferentes concentraciones de NaCl, en condiciones de laboratorio, 2012.....	40

RESUMEN

La investigación de cereales y genotipos tolerantes constituye una de las vías considerada por los investigadores y productores para la explotación de las áreas en donde las sequías son frecuentes o no se cuenta con el suministro de agua necesario. Es por ello que se evaluó la calidad fisiológica en 4 genotipos de cereales aplicando tres concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) y un tratamiento testigo con agua bajo condiciones de laboratorio. Los tratamientos fueron 50 mM, 100 mM, 150 mM y el testigo, 25 semillas fueron colocadas en cajas Petri en papel humedecido con la concentración correspondiente durante seis días, y posteriormente se evaluaron las plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semilla sin germinar (SSG), para longitud media de plúmula (LMP) fueron 8 horas luz y 16 de oscuridad para los días 10 y 11, para la cuantificación de auxinas se realizó mediante el corte de radícula a los 6 días después de la siembra, se llevaron las cajas sembradas a una cámara de germinadora Marca Biotronette mark a una temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ esto se realizó para evaluar todas las variables. Los resultados demostraron que genotipos AN 264 y AN 239 y fueron los que obtuvieron los mayores porcentajes de germinación, en las concentraciones de 50 y 100 mM de cloruro de sodio, mientras que en Longitud Media de la Plúmula (LMP) las concentraciones de 50 y 100 mM de NaCl son la presentaron mayores longitudes; en la cuantificación de auxinas en la radícula, la mayor cantidad se obtuvo en la concentración de 100 mM de cloruro de sodio. Esto resultados permite concluir que los genotipos de trigo pueden ser utilizados para cultivarse en suelos salinos en las concentraciones estudiadas y tolerando mejor la salinidad que las cebadas evaluadas.

Palabras Claves: cereales, genotipo, cloruro de sodio, capacidad de germinación, LMP y auxinas.

INTRODUCCIÓN

Los cereales son el principal alimento de la humanidad, pues además de hacer una contribución directa en los países en desarrollo, son un componente indirecto en la dieta de la población de los países más desarrollados.

En México, los cereales maíz, sorgo, arroz, cebada y trigo ocupan aproximadamente el 60 % de la superficie cultivada; de los cuales este último ocupa el segundo lugar en la producción después del maíz en condiciones de riego con 90 %, sobresaliendo Sonora como mayor productor Nacional con 48 %, seguido por los Estados de Guanajuato, Baja California, Michoacán y Jalisco. Otro cereal de importancia Nacional por tener un 67.07 % de la producción en las dos modalidades de temporal y riego es cebada, siendo Guanajuato el más importante productor con el 30.8 % seguido por Hidalgo, Tlaxcala y el Estado de México con menores producciones.

Debido a su gran importancia de los cereales en la alimentación y la variabilidad genética, se busca obtener materiales mejorados que ayuden a suplir las necesidades inmediatas de la población. Sin embargo la producción de los cereales ha disminuido debido a la presencia de factores que limitan la productividad; como la sequía que se ha generado por la falta de lluvias a causa de la variación de clima, lo que ha propiciado que los productores no rieguen sus cultivo; y que los suelos con el tiempo acumulen gran cantidad de sales, hasta que los suelos son completamente salinos utilizándolos para otras actividades, y esto repercute que la superficie de

tierra destinada a la producción de cereales disminuya en México, es una de las razones que hacen que la importación de este grano sea mayor.

Uno de los principales objetivos del mejoramiento es generar materiales genéticos que presenten características de tolerancia a sequía y salinidad, porque son de las principales causas que la producción de trigo y cebada en nuestro país haya disminuido.

Por tal motivo el presente trabajo es una contribución en la evaluación de materiales con estas características que ayuden a seleccionar de manera eficaz genotipos mejorados para su futura recomendación en la producción de materiales tolerantes a los efectos climáticos y edafológicos presentes en el país, planteando los siguientes objetivos e hipótesis.

Objetivo general

Comparar, la germinación, vigor y contenido de auxinas en semillas de dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad.

Objetivos específicos

- Evaluar, la germinación, vigor y contenido de auxinas en semillas de Trigo y Cebada bajo salinidad en condiciones de laboratorio.
- Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio en la germinación, vigor y contenido de auxinas en semillas de Trigo y Cebada bajo condiciones laboratorio.

Hipótesis

- Al menos una de las semillas de Trigo y Cebada pueden tener un efecto significativo en la germinación, vigor y contenido de auxinas bajo salinidad en condiciones de laboratorio.
- Al menos una de las concentraciones de cloruro de sodio puede ayudar en la selección de genotipos mediante su respuesta en la germinación, vigor y contenido de auxinas en las variedades semillas de Trigo y Cebada bajo condiciones laboratorio.

REVISION DE LITERATURA

Cereales

Los cereales son un grupo de plantas cultivadas pertenecientes a la familia de las Gramíneas, cuyos granos, objetivo esencial de su producción, son ricos en almidón, tienen propiedades farináceas y contienen proteínas. Los cereales constituyen la fuente de nutrientes más importantes de la humanidad. Considerando los más consumidos en la alimentación humana como son: trigo, el arroz, el maíz, de igual forma se han considerado importantes los siguientes cereales, por el contenido de carbohidratos como lo es la cebada, centeno, la avena y el mijo.

Trigo

Se designa con el nombre de trigo a especies del género *Triticum*, de la familia de las gramíneas. El trigo pertenece a los cereales, de los cuales; los más cultivados son el trigo, el maíz, el arroz, la cebada, la avena, el sorgo y el mijo.

El trigo es muy importante en la dieta alimentaria del pueblo mexicano, por la cantidad de nutrientes y valor energético ; este cereal es la base para la elaboración de productos que se consumen en grandes volúmenes tales como el pan, tortillas, pastas, galletas, pasteles, cereales para desayuno, entre otros.

Importancia

A nivel mundial el trigo es el cereal que más se utiliza en la alimentación humana. Esta importancia reside principalmente en su alto valor energético, además de que contiene más proteínas que el maíz y el arroz. A su ventaja nutritiva se suman sus características de procesamiento únicas entre los cereales, que lo colocan entre los que más se utilizan como materia prima para elaborar una gran diversidad de alimentos procesados y varios otros productos no alimentarios. En México el trigo es la tercera fuente de nutrientes de bajo costo en la dieta del mexicano (después del maíz y el frijol), sobre todo para las poblaciones rurales y urbanas de escasos recursos. Lo anterior justifica y explica la importancia del trigo tanto en el abasto como en la economía y la generación de empleos (FAO, 2005).

Producción Mundial y Nacional

A nivel mundial la mayor producción se da en Europa, Asia incluyendo los países del este, y en tercer lugar en América del Norte y Central. La unión europea comunitaria ocupan el primer puesto en producción a nivel mundial con 131,82 millones de toneladas, seguido por Rusia 38,0 millones de toneladas, y finalmente Ucrania con 15,5 millones de toneladas (Departamento de Agricultura EUA, 2011).

El trigo se cultiva en más de 20 estados de la República Mexicana de los cuales hay estados que se distinguen por su superioridad en la producción de trigo como son: Sonora, Baja California, Sinaloa, Guanajuato, Michoacán y Jalisco. Sin embargo, el 80% de la producción se genera en la zona norte (principalmente en el noroeste) y en Guanajuato en el ciclo otoño-invierno, bajo condiciones de riego; el resto se

genera en su mayoría en regiones del centro y el altiplano central en el ciclo primavera-verano en condiciones de temporal.

El cultivo de trigo en México, en condiciones de riego en el ciclo otoño- invierno, aporta el 94% de la producción nacional, principalmente en los estados de Sonora, Baja California Sur y Guanajuato (SAGARPA, 2004). En 1985 año en el que se obtuvo la producción record de 5, 000, 000 toneladas, se ha registrado una reducción paulatina en el volumen de trigo cosechado en las regiones en las que se siembra bajo condiciones de riego (Villaseñor *et al.*, 2007).

Se obtuvo una producción 3, 627,510.83 toneladas, donde los estados con mayor producción presentaron: Sonora con 1, 776,724.05, Baja California 485,070.99, Sinaloa 56,605.80, Guanajuato 596,220.10, Michoacán 195,684.38 y Jalisco 182,135.34 toneladas (SIAP, 2011). Esto demuestra que la producción ha ido en decrecimiento en el volumen de cosecha en el trigo.

Cebada

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal más cultivado en el mundo después del trigo, el maíz y el arroz (FAOSTAT, 2008), debido a la gran adaptación a diferentes condiciones ambientales que va desde los círculos árticos hasta las altas montañas (Alam *et al.*, 2006).

Así mismo, se considera el segundo cultivo de invierno en importancia y tiene como destino la producción de malta para la elaboración de cerveza, utilizándose para otros destinos rechazos o excedentes. El desarrollo de cultivares con adaptación, potencial creciente de rendimiento y alta calidad maltera es esencial para su viabilidad como opción agrícola. Se trata de una de las especies agrícolas con mayor desarrollo de genómica, debido a sus características genéticas: especie

perfectamente diploide, genoma de tamaño medio, adaptación para desarrollo en condiciones controladas y ciclo relativamente breve.

Producción Mundial y Nacional

Actualmente, la cebada es el cereal más plantado en el mundo y contribuye en forma significativa al abastecimiento de alimentos, productos maltero-cerveceros y forrajes. Además de ser materia prima de la industria maltero - cervecera, es fuente de carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y otros.

La cebada se cultiva principalmente en ocho países: Rusia, Alemania, Canadá, Francia, España, Turquía, Ucrania y Australia. Estos países representan el 58.63% de la producción mundial, en el caso de México este participa con el 0.47% de la producción mundial (Financiera Rural, 2009).

Esto se modificó en cuanto a los países en la producción y la cantidad, debido a que se presentaron consecuencia, fundamentalmente, de condiciones meteorológicas adversas en muchas regiones productoras de cebada.

En México el cultivo de la cebada se orienta básicamente a la elaboración de malta para la producción de cerveza. La malta se usa también para la fabricación de productos alcohólicos destilados como el whisky, jarabes, en sustitutos de café y algunos alimentos a base de cereales. Algunos de los derivados de la malta son subproductos de la cerveza como: alimento para animales, productos químicos y productos solubles agregables a alimentos balanceados para ganado y aves de corral. En nuestro país se produjo 509,538.05 toneladas, en los cuales los estados que mayor producción aportaron son: zonas del Bajío (Guanajuato 302,098.80 y Querétaro 37,130.20), Valles Altos (Estado de México 20,694.69, Hidalgo 58,520.26,

Puebla 31,106.86y Tlaxcala 12,530.67) y Zacatecas 3,277.83 toneladas (SIDAP, 2011).

Materiales mejorados

El clima mundial está cambiando y afectando los patrones climáticos locales (Easterling *et al.*, 2000). Y uno de los principales efectos para la agricultura será la disponibilidad de agua. Esto trae consigo mismo dos consecuencias la sequía y la salinidad, y son dos de los factores limitativos ambientales que afectan el establecimiento y desarrollo de las especies, así como la producción agrícola (Madueño *et al.*, 2006).

La sequía es mayor en las regiones secas y calientes, en donde la concentración de sales se incrementa en la capa superior del suelo debido a la evapotranspiración, que excede a la precipitación (Oliva *et al.*, 2008).

El incremento de los suelos salinos en todo el mundo limita la producción de cultivos para la alimentación humana y animal, estas áreas se consideran marginales, en un mundo donde el espacio y la alimentación constituyen grandes limitaciones (Mesa, 2003). Considerando que a nivel mundial existe un 40-50 % distribución de los suelos salinos aproximadamente Por lo que se ha prestado una especial atención al uso de especies y variedades de plantas tolerantes a la salinidad, como una de las vías económicas para incrementar la productividad de los cultivos en dichas condiciones (González, 2009; González *et al.*, 2007).

En la actualidad se han desarrollado cultivo tolerantes a sequía o tolerantes a la salinidad es una necesidad para mantener y elevar la producción agrícola (Munns *et al.*, 2006). Los programas de mejoramiento convencional para obtener plantas que toleren el estrés salino han obtenido un éxito muy limitado debido a la complejidad

del carácter. En los últimos 35 años, más del 95% de las variedades de trigo que se siembran a nivel nacional se derivaron directamente de líneas avanzadas del programa de mejoramiento genético del CIMMYT. Así mismo hay programa de mejoramiento de cebada (ICARDA CIMMYT), con el fin de desarrollar germoplasma de cebada para ayudar a la sustentabilidad de países en vía de desarrollo, para que obtengan germoplasma mejor adaptado a condiciones climáticas. A través de un proceso de selección, los agricultores identificaban los mejores tipos de plantas o semilla; Jaspeado (1900), se refiere a la selección de una planta de trigo sobresaliente dentro de un cultivar, por su tipo y número de espigas, la cual fue trillada individualmente. Gutiérrez *et al.*, (2006), refiere que el peso de mil semillas es un parámetro fundamental para seleccionar variedades con buena calidad física y fisiológica.

El obtener cultivos con tolerancia salinidad, que ha ido creciendo en los últimos años empleando métodos de mejoras y selección tradicional como la selección y cruzamiento, se han conseguido variedades o líneas más productivas para condiciones de salinidad en cultivos de trigo y cebada (Ashraf, 1994; Flower y Yeo, 1995), además de organismos modificados genéticamente, incorporando genes procedentes de parentales silvestres tolerantes (Ashraf, 1994). Los métodos para mejora se deben realizar a partir de progenitores silvestre, que demuestren ser relativamente resistentes a sequía, creciendo en ambientes extremos.

Un método sencillo, que no requiere de equipos especializados para identificar semilla de buena calidad y que permite a la vez evaluar el efecto del estrés salino y de sequía, es el empleo de compuestos o productor comerciales para simular bajo condiciones de laboratorio el estrés, los productos que se utilizan son: sulfato de

sodio y cloruro de potasio para simular el estrés salino; y manitol, polietilén-glicol y cloruro de sodio entre otros para simular sequía (Martínez,2004; Méndez *et al.*, 2002).

Como se ha demostrado en la cebada silvestre de desierto (*Hordeum spontaneum*) y las variedades de cebada cultivadas comúnmente. Resultados genéticos han demostrado que aún se puede mejorar la tolerancia a sequía en variedades de cebada, para ser cultivadas en ambientes limitados de agua (Nevo, 2004). Como se ha demostrado en las variedades desarrolladas y liberadas a la producción comercial, en otros países, tienen altos rendimientos, calidad y resistencia a estrés biótico y abiótico (Choo *et al.*, 1985; Maluszynski *et al.*, 2003).

Existen evidencias del éxito logrado en el mejoramiento de diversos caracteres de la cebada (Taylor *et al.*, 1998; Danquah y Barret, 2002; Grausgruber *et al.*, 2002; Canci *et al.*, 2003; Ma *et al.*, 2004; Madic *et al.*, 2006), obteniendo variedades más productivas, resistentes/tolerantes a factores ambientales y bióticos adversos, y los industriales cuentan con variedades con calidad maltera y calidad para alimento humano y animal (Ortiz *et al.*, 2002; Toojinda *et al.*, 2000; Thomas, 2002). También en trigo genero variedades de parte del CIMMYT contribuyeron con incrementos promedio de 53.8 kg/ha anualmente al rendimiento del trigo en el Valle del Yaqui durante el periodo 1962-2002.

Tolerancia salinidad

En un suelo salino, la elevada concentración de iones Na^+ y Cl^- (o SO_4^{2-}), produce una interferencia en la absorción de nutrientes (K^+ , Ca^{2+} , NO_3^-) e impide la captación

de los mismos, al tiempo que pueden alcanzar niveles citosólicos tóxicos para el metabolismo celular.

La tolerancia de un cultivo a la reducción de la producción por salinidad es un carácter complejo (Cheeseman, 1988). Uno de los efectos más evidentes del estrés salino es la reducción en la capacidad de absorción de agua, que se puede manifestar como los efectos del estrés hídrico: reducción de expansión foliar y pérdida de turgencia.

En la planta se asocian células diferenciadas con distinta función (absorción, transporte, asimilación de carbono), y espacialmente separadas y enfrentadas a condiciones ambientales distintas.

Así, podemos encontrar cambios bastante radicales en el metabolismo e incluso en la anatomía de las plantas, con respecto a su nivel de tolerancia.

En un primer nivel, se incluyen los cambios existentes para evitar la presencia de sales en el interior de la planta. En este aspecto destacan las glándulas de exclusión de sales (Ramadan, 1998; Ungar, 1987; Drennan *et al.*, 1987), que son estructuras que aparecen en plantas, sobre todo halófitas, que se encargan de expulsar las sales provenientes de ambas vías vasculares, apoplasto y simplasto. Las sales quedan excluidas así del interior de la planta, quedando cristalizadas en el exterior de las hojas y no provocando ningún efecto nocivo.

En un segundo nivel aparece la acumulación de sales en estructuras internas de la planta, que provoca un doble efecto, evitar que la sal se localice libremente en todas las células, pudiendo afectar a cualquier proceso, y que el potencial osmótico sea menos negativo y la entrada de sales se ralentice. En este apartado podemos encontrar la acumulación de sal en estructuras muertas de la planta, como hojas

(Munss y James, 2003), o en estructuras vivas, como vacuolas intracelulares (Harvey *et al.*, 1976).

Un tercer nivel, compartido con la tolerancia a sequía, es el de acumulación de solutos compatibles, es decir, solutos no tóxicos para la planta, que elevan el potencial osmótico celular e impiden la entrada de sales al citoplasma, quedando la sal en el espacio extracelular. Destacan los casos del sorbitol (Ahmad *et al.*, 1979), la prolina (Stewart and Lee, 1974) o la glicina-betaina (Hanson *et al.*, 1994).

Anteriormente se ha mencionado los mecanismos o adaptaciones que una planta realiza para tolerar la salinidad, así mismo se ha mencionado la importancia de la morfología y anatomía radical, porque la raíz, se establece como principal órgano de absorción de agua e iones, tiene gran importancia en la respuesta a corto y largo plazo al estrés salino. En este órgano se sintetiza ácido abscísico (ABA), una de las señales tempranas de estrés capaz de producir cambios fisiológicos locales (conductividad hidráulica) y a distancia (cierre estomático) (Hartung *et al.*, 2002).

Las raíces son importantes para mantener la absorción de agua en suelos secos como característica de adaptación (Turner, 1979; Huang y Gao, 2000). Las raíces profundas y la extensión de estas en la profundidad del suelo son fundamentales para el comportamiento de los cultivos con limitaciones de suministro de agua si existe agua disponible en la profundidad del suelo (Sponchiado *et al.*, 1989; Blum, 2002).

El desarrollar plantas tolerantes a la salinidad es una necesidad para mantener y elevar la producción agrícola (Munns *et al.*, 2006).

Germinación

La semilla consta esencialmente de un embrión (formado por un eje embrionario y uno, dos o varios cotiledones), una provisión de reservas nutritivas, que pueden almacenarse en un tejido especializado (albumen o endospermo) o en el propio embrión, y una cubierta seminal que recubre y protege a ambos (Meyer *et al.*, 1965).

La salinidad puede afectar la germinación por dos vías: 1) la cantidad de sales puede ser tal que aumenta la presión osmótica hasta el punto en que la absorción de agua se impida; 2) ciertos constituyentes de las sales pueden ser tóxicos al embrión o la plántula. La toxicidad se refleja en una reducción en la emergencia y se acompaña frecuentemente de anomalías en el crecimiento y desarrollo de las plántulas (Hayward y Wadleigh, 1949). Estos efectos pueden retardar, bajar o inhibir completamente la germinación, dependiendo del nivel de sal en el medio de crecimiento (Ayers y Hayward, 1948).

Así mismo se ha demostrado que la salinidad afecta la tasa de germinación, ramificación y tamaño de hojas, por que induce cambios en la anatomía, morfología y fisiología de las plantas, los cuales a menudo se consideran como adaptaciones que incrementan las oportunidades de éstas para sobrevivir al estrés salino, aunque también son signos del daño y alteración de su estructura y fisiología (Mayer y Poljakoff, 1975; Richards, 1988).

La tolerancia a la salinidad durante la germinación es muy crítica para el establecimiento de plantas en suelos salinos y regiones áridas (Khan y Gulzar, 2003). Debido a que la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación y emergencia que durante los estadios de crecimiento y desarrollo posteriores (Ayers y Hayward, 1948; Ayers, 1952).

La salinidad puede afectar la germinación de las semillas al disminuir la cantidad de agua que absorben. Salinidad (NaCl) también puede afectar germinación, facilitando la entrada de iones tóxicos que puede cambiar ciertas actividades enzimáticas y hormonales de la semilla (Smith y Peine, 1991).

En etapas específicas, Ashraf and Foolad (2005), mencionan que la germinación rápida de la semilla y el establecimiento son factores críticos para la producción bajo condiciones de estrés de sal.

Cuando una semilla tenga capacidad para germinar y producir una plántula bajo condiciones de estrés salino es indicativo de un potencial genético para la tolerancia a la sal, al menos en esta etapa del ciclo de vida (Bernstein y Ayers, 1953). Tomando en cuenta que depende de la especie y de la concentración y tipo de sales, es así que se considera la tolerancia de los cultivos a la concentración de sales durante la germinación.

Una de las razones que ha generado la reducción en la germinación se debe a la expresión de las proteínas frente al estrés salino está relacionada con el proceso de adaptación de las semillas a la salinidad así como a la constitución genética de un genotipo seleccionado a tolerancia a la salinidad.

Hameed *et al.* (2005), emplearon diferentes técnicas de remojo de las semillas de trigo por 24 horas en agua destilada, endurecimiento por 12 horas (1 ciclo), con matriz de arcilla por 24 horas y tratamiento de la semilla con $100 \text{ mol m}^{-3} \text{ CaCl}_2$ $50 \text{ mol m}^{-3} \text{ NaCl}$, $25 \text{ mol m}^{-3} \text{ Ca}(\text{NO}_3)_2$ por 24 horas. Se sometieron a 15 dS/cm bajo condiciones controladas. Todos los tratamientos disminuyeron el efecto adverso del estrés por sal en la etapa de emergencia de la hoja. El remojo en agua y el tratamiento con NaCl tuvieron un tiempo promedio significativamente más bajo de

emergencia, tallos más altos y raíces más largas, peso seco de plántulas y días a 50% de germinación que aquellos tratados con otras sales o con la arcilla, concluyendo que el tratamiento de semillas con NaCl genera cambios fisiológicos en la semilla contra las condiciones de estrés por sal y puede ser usada para inducir tolerancia a la salinidad en trigo.

En cebada, Jaradat *et al.* (2004), realizaron un experimento con 2308 genotipos, en la parte de laboratorio sometieron a la semilla a 0 y 20 dS m⁻¹ con NaCl durante 10 días, encontraron que el porcentaje de germinación final a 20 dS m⁻¹ tuvo una correlación negativamente significativa. En promedio el peso seco de plántula y el número de raíces por plántula se redujo drásticamente en respuesta al estrés por salinidad.

Soltani *et al.* (2004) realizaron una investigación con el objetivo de identificar el componente sensible del crecimiento de plántula en respuesta al estrés por sequía y salinidad. En el caso de salinidad se empleó de NaCl (0, 0.4, 0.8, 1.2 y 1.6 MPa), se usaron dos cultivares de trigo y se encontró que el crecimiento de plántula, la fracción de la reserva de la semilla utilizada y el peso de la reserva de la semilla movilizada decreció con el incremento en el estrés por salinidad. Sin embargo, el estrés no afectó la eficiencia de conversión. Por lo tanto, los esfuerzos en mejoramiento genético deben enfocarse en mejorar la movilización de las reservas de las semillas para incrementar el crecimiento de las plántulas bajo estrés por sequía y salinidad

En el caso de maíz, Mara *et al.* (2006), evaluaron el efecto del estrés del agua y sales sobre las semillas y plántulas de tres cultivares de maíz palomero. Las semillas se sembraron en papel con cloruro de potasio (KCl), se utilizaron cinco niveles de

potencial osmótico: 0.0 (control); -0.1; -0.3; -0.6 y 0.9Mpa. Los resultados indican que la reducción del potencial osmótico reduce el comportamiento de las semillas de maíz.

Vigor

Moreno (1996), menciona que el vigor de la semilla es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semilla durante su germinación y emergencia de la plántula. Esta definición engloba los procesos que han sido directamente relacionados con las diferencias en el vigor de la semilla:

1. Procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación, tales como reacciones enzimáticas y actividad respiratoria.
2. Velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula en el campo.
3. Capacidad de emergencia de las plántulas bajo condiciones, desfavorables del medio ambiente.

La calidad fisiológica y, en particular el vigor de semilla, se asocia con la tasa y uniformidad de la germinación, crecimiento de plántula y adaptación en campo; el vigor de semilla se define como la sumatoria de propiedades que determina el nivel de actividad y el comportamiento durante la germinación y emergencia de las plántulas (ISTA, 1999). El primer componente de la calidad fisiológica que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido de una reducción en la germinación o de un mayor porcentaje de plántulas anormales (Ferguson, 1995).

Musito *et al.* (2004), en el laboratorio se evaluaron la longitud de la radícula y la plúmula en cinco niveles de salinidad (0, 3, 6, 9, 12 decisiemens). En el trabajo no se detectó una tendencia significativa en laboratorio. No hubo una tendencia descendente respecto a la longitud radicular, que a medida que se incrementara el nivel de salinidad, la longitud radicular se redujera. Los genotipos que en campo mostraron el mayor rendimiento, no fueron los que obtuvieron el mejor comportamiento en laboratorio, lo cual pudo deberse a la interacción de los genotipos con el ambiente, principalmente con la temperatura que propicia un mayor daño de salinidad a las plantas.

Producción o cuantificación de auxinas

Los reguladores del crecimiento vegetal o fitohormonas, son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que actúan a muy bajas concentraciones en sitios distantes de donde son producidos, intervienen en muchos procesos fisiológicos como el desarrollo de tejido, crecimiento de tallo, entre otros (Purves *et al.*, 2002 y Salisbury, 1994). Existe 7 reguladores de crecimiento vegetal entre los cuales: giberelinas, citoquininas, brasinosteroides, ácido abscísico, etileno ácido jasmonico y auxinas (Kende y Zeevaart, 1997; Tanimoto, 2005).

Dentro de las auxinas se encuentran caracterizan por su capacidad de inducir la elongación de las células del tallo en la región sub-apical y que logran reproducir el efecto fisiológico del ácido 3 indol-acético (AIA). Estos compuestos han sido vinculados a procesos de orientación del crecimiento de tallos y raíces en respuesta a la luz y gravedad, diferenciación de tejidos vasculares, dominancia apical, iniciación

de las raíces laterales y adventicias, estimulación de la división celular y elongación de tallos y raíces (Ross *et al.*, 2000).

Otro cultivo

Un estudio con las variedades de maíz Himeca 95 y Pioneer 361 mostró una disminución en la germinación con soluciones de cloruro de sodio con un potencial osmótico de -0,328 MPa, por efecto de una disminución del potencial osmótico; aunque Pioneer 361 resultó ser más tolerante a la salinidad que Himeca 95.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

Se llevó a cabo en el Laboratorio de Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro localizada en Buenavista a 7 kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila.

Material genético

Se utilizaron cuatro genotipos de cereales generadas por el Programa de Cereales de Grano Pequeño de la misma Universidad y un testigo; donde dos genotipos de cebada fueron obtenidos mediante cruzamientos entre un germoplasma barbado de altura regular con la línea de porte bajo marco “S”/frágil”s” originaria del programa CIMMYT-ICARDA; y dos genotipos de trigo forrajero sin barba, todos ellos presentan una cobertura y altura de la planta (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Identificación de los materiales genéticos en el estudio

Genotipos	Descripción de Espigamiento
Trigo AN-239-99	117-120
Trigo AN-264-99	120
Cebada Narro 95-02	75-87
Cebada Narro 221	78-89

Tratamientos

Se emplearon cuatro tratamientos basados en la concentración de cloruro de sodio (NaCl), descritos en el Cuadro 3.2; considerando el tratamiento 0 mM como el testigo absoluto utilizando agua destilada, contemplando tres repeticiones por cada tratamiento.

Cuadro 3.2 Identificación de los tratamientos utilizando NaCl en el estudio de evaluación de genotipos de semillas de grano pequeño bajo condiciones de salinidad.

Concentración de NaCl (mM)	Cantidad de NaCl aplicado (g)
0 mM (testigo)	0.0
50 mM	1.46
100 mM	2.92
150 mM	4.38

Variables evaluadas

Para este estudio se aplicó el tratamiento directamente al sustrato, dando la condición de salinidad al medio de siembra, evaluando la capacidad de germinación mediante el porcentaje de plantulas normales, anormales y semillas sin germinar; así mismo el vigor se evaluó a través de la longitud media de plumula y la cuantificación de auxinas mediante espectrofotometría.

Capacidad de germinación

La prueba se realizó, sembrando 25 semillas por repetición de cada genotipo y cereal, en una caja petri de vidrio de 18 cm de diámetro sobre un papel filtro Watham No.1 previamente humedecido con 10 mL de cada concentración de NaCl después identificadas por repetición, material y concentración. Después se llevaron las cajas

sembradas a una cámara de germinadora Marca Biotronette Mark a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, con 8 horas luz y 16 de oscuridad por 6 días; transcurrido el tiempo se evaluaron el número de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG), conforme al Manual de Evaluación de la Association of Official Seed Analysis (AOSA, 1992); registrando el porcentaje de germinación de PN, porcentaje de PA y SSG.

Longitud media de plumula (LMP)

En esta variable se realizó el mismo proceso que se utilizó en la prueba de capacidad de germinación con la diferencia, que aquí se evaluó hasta los días 10 y 11. Después de la siembra registrando el número de plantas normales, y midiendo las plúmulas de éstas con una regla graduada en forma independiente para los días correspondientes; realizando tres repeticiones por tratamiento, haciendo dos muestreos (día 10 y 11).

Cuantificación de auxinas

Para evaluar la cantidad de auxinas presentes en la radícula se realizó la siembra de la misma manera que se efectuó en la prueba de capacidad de germinación, transcurrido el tiempo, las plántulas que se obtuvieron se les cortó la radícula. La cantidad que se utilizó fue 1 gramo por repetición de cada tratamiento; se pesó para asegurar que se tuviera el gramo en una balanza analítica y posteriormente se llevaron al refrigerador en aluminio previamente etiquetados.

Después se prosiguió a moler las muestras en mortero con 3 mL de agua destilada estéril previamente enfriada, por tratamiento y sus repeticiones. Se filtró la muestra, obteniendo 1 mL y colocando el extracto en tubos eppendorf, donde se conservaron en refrigeración previamente etiquetados.

Para cuantificar la cantidad de auxinas presentes en la radícula, se tomó 1 mL del extracto (por cada tratamiento y repetición) y 2 mL del reactivo Salkowsky (Brick et al.,1990), con ayuda de una micro pipeta de 500 μ L y colocados en una celdilla de vidrio para la lectura en el espectrofotometro Serie BioMate 3; en el testigo se utilizaron 3 mL de reactivo salkowsky para su lectura. Los resultados fueron expresados en mg/ mL .

Diseño experimental

Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) en un diseño trifactorial con arreglo completamente al azar, bajo el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + E_{Pij} + Q_k + E_{Qik} + P_{Qjk} + E_{PQijk} + E_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} = Variable observada

μ = Efecto de la media general del experimento

E_i = Efecto de la i-esimo genotipo

P_j = efecto de la j-esima presión osmótica

E_{Pj} = Efecto de la interacción de la i-esimo genotipo con la j-ésima presión osmótica

Q_k = Efecto del k-ésimo cereal

E_{Qik} = Interacción entre el i-esimo genotipo con el k-esimo cereal

P_{Qjk} = Interacción entre la j-esima presión osmótica y el k-esimo cereal

E_{PQijk} = Triple interacción

E_{ijk} = Error experimental.

Comparación de medias

Se utilizó la prueba de la diferencia mínima significativa, se calcula mediante:

$$DMS = (t_{\alpha/2, g. l. EE}) (\sqrt{2 \text{ CMEE}/r})$$

Donde:

CMEE= Cuadro medio de error

r= Numero de observaciones usadas para calcular un valor medio.

α = Nivel de significancia

G.L.EE.= Grados de libertad del error experimental.

T= Valor tabular que se usa en la prueba, con los grados de libertad del error y el nivel de significancia.

RESULTADOS y DISCUSION

Capacidad de germinación

Plántulas Normales (PN)

Los resultados del análisis de varianza en la prueba de capacidad de mostraron que en la variable plántulas normales existieron diferencias altamente significativas entre los cereales y las concentraciones estudiadas como se muestra en el Cuadro 4.1, lo que significa que al menos uno de las especies se comportó mejor que otra, así mismo una de las concentraciones provocó un efecto diferente a la semilla; mientras que en la interacción genotipo por concentración resultó con significancia, indicando que al menos una de las concentraciones afecta la germinación en uno de los genotipos; en cambio en las demás interacciones, cereales por genotipo, cereal por concentraciones, y la interacción de las tres fuentes de variación (cereal x genotipo x concentraciones) no mostraron diferencias entre ellos, lo cual se deduce que los comportamientos son estadísticamente similares o iguales, resultando con un porcentaje en el Coeficiente de Variación de 22.04 % (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y nivel de significancia en la prueba de capacidad de germinación en semillas de dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.

Fuente de variación	GL	Plántulas Normales	Plántulas Anormales	Semillas Sin Germinar
Cereal	1	14283.00**	27.0 N/S	15552.0**
Genotipo	1	3.00 N/S	616.33 **	533.3 **
Concentraciones	3	1435.88 **	131.88 *	706.66**
Cereal * Genotipo	3	40.33 N/S	3.0 N/S	21.3*
Cereal *Concentración	3	669.66 **	31.44 N/S	866.66 **
Genotipo * Concentración	3	707.88 **	174.55 *	555.*
C*G*C	3	162.11 N/S	121.22 N/S	80.88 N/S
Error Experimental	32	141.33	45.0	75.33
% C.V		22.04	54.02	25.78

*,**, ^{N/S}, significativo al 0.01,0.05 % de probabilidad y no significativo respectivamente; %CV = Porcentaje de Coeficiente de variación; GL= grados de libertad.

En la prueba de comparación de medias para la plántulas normales entre cereales, se encontró que el trigo obtuvo un mayor porcentaje de germinación con 71.17 %; mientras que la cebada solo obtuvo 36.67 %.

Entre genotipos, AN 264 que pertenece a trigo obtuvo un 72.3 % de germinación, seguido de AN 239 con 70.0 %; en cebada los dos genotipos Narro 221 y Narro 95, obtuvieron valores inferiores de 37.33 y 36 % respectivamente, estos resultados muestran efectos contrarios a lo demostrado en dos genotipos Dabha y Manel de cebada estudiados por Adjel *et al.* (2013), quienes obtuvieron porcentajes de germinación desde 88.85 hasta 93.8 %. Sin embargo concuerdan con El-Hendawy *et al.*, 2005; Ali y Abbas, 2004, quienes encontraron que el porcentaje de germinación disminuye en genotipos de cebada a medida que se incrementa la salinidad.

En cuanto a la prueba de comparación de medias en plántulas normales entre concentraciones, se encontró que la respuesta de germinación del testigo es estadísticamente igual a la concentración de 50 mM de NaCl, seguido por una

concentración de 150 mM, teniendo con un efecto más negativo en la germinación a la concentración de 100 mM como se muestra en el Cuadro 4.2; se observó que las plántulas en concentraciones bajas, la germinación no se ve afectada ; a diferencia cuando se aumento la concentración de cloruro de sodio, la germinación de PN se disminuyó por lo que se causo un efecto negativo en la semilla. Esta tendencia es similar a lo que reporto Alam *et al.* (2005), quien afirmó que la tasa de germinación disminuye a medida que aumenta la salinidad.

Cuadro 4.2 Comparación de medias en PN por concentraciones de NaCl en dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.

Concentración NaCl (mM)	Media*
0 (Testigo)	62.33 A
50	62.67 A
100	39.67 C
150	51.00 B

*Los valores medios con la misma letra son estadísticamente iguales

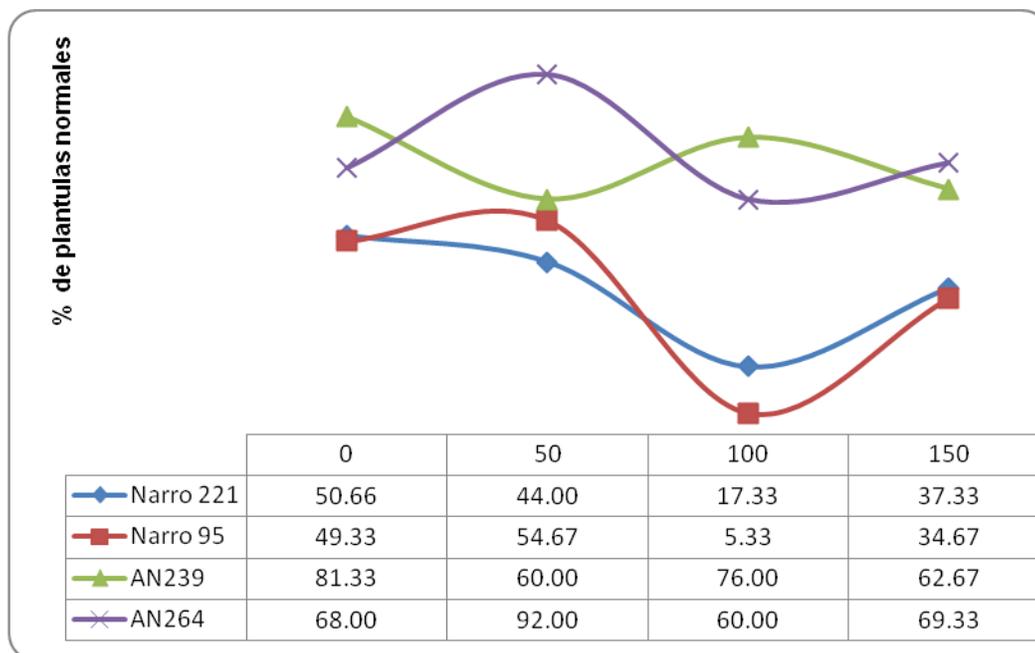
En la interacción de cereales por concentración en la variable PN, se encontró que trigo obtuvo los mayores porcentajes de germinación en el estudio, donde a una concentración de 50 mM se obtuvo 76 %, seguido de 0 mM (testigo) con 74.66 %, presentando menor porcentaje a 100 mM con 68 % y un poco menor finalmente a 150 mM con 66 % de germinación; mientras que cebada logró obtener a 0 mM (testigo) tan solo un 50 %, y la tendencia del porcentaje fue disminuyendo a medida que aumentaba la concentración, así mismo en 50 mM obtuvo un 49.33 %, seguido de 150 mM con 36% y finalmente 100 mM con 11.33%.

En la interacción de genotipos por concentración, la germinación en porcentaje de PN, se manifestó en el siguiente orden, el genotipo AN 264 y AN 239, así mismo los genotipos Narro 221 y Narro 95; es necesario mencionar que la respuesta de la germinación de los genotipos con la concentración de NaCl no se dio en el mismo orden todas ellas, mostraron un comportamiento inversos entre genotipos como se muestra en la Figura 4.1.

La tendencia de la concentración 0 y 50 mM en los genotipos, presentaron los mayores porcentajes de manera intercalada, al incrementar a 100 mM de cloruro de sodio el porcentaje de germinación disminuyó en tres de los genotipos (AN 264, Narro 221 y Narro 95), a diferencia AN 239 que tuvo efecto positivo lo que podría significar que dicha concentración provocó en la semilla rompimiento de latencia, al llegar a una concentración mayor como 150 mM, por alguna razón el efecto en los genotipos fue contrario a lo que causó la concentración anterior, los tres genotipos incrementaron su germinación y el genotipo AN 239 disminuyó, el inconveniente fue que el valor obtenido no superó a las concentraciones 0 y 50 mM; lo que puede significar que dichas concentraciones en determinados genotipos produce un daño en la plántula (Figura 4.1).

Estos resultados son similares a lo encontrado por Datta *et al.* (2009), donde un genotipo de trigo (HD-2045) a concentraciones de 50 mM de NaCl presentó porcentajes mayores de germinación de PN; mientras que Mahdi *et al.* (2012) en el genotipo Sahand de cebada, encontraron que a 100 mM de cloruro de Sodio obtuvieron bajos porcentajes de germinación; coincidiendo con lo encontrado en este trabajo en cebada en los genotipos Narro 95 y Narro 22.

Figura 41. Figura 4.1 Respuesta de la variable plántulas normales dentro de la prueba capacidad de germinación en genotipos de grano pequeño en diferentes concentraciones de NaCl, en condiciones de laboratorio, 2012.



Plántulas Anormales (PA)

Los resultados del análisis de varianza en la prueba de capacidad de mostraron que en la variable plántulas anormales existieron diferencias altamente significativas entre genotipo, que demuestra que se presentó un mayor efecto en algunos de los genotipos, al mostrar un mayor efecto en algunos de los genotipos, en lo que respecta a concentraciones y en la interacción genotipo interacción, se presentó una diferencia significativa indicando al menos una de las concentraciones tuvo un efecto en algunos de los genotipos en esta variable; mientras que no existió diferencias significativas en la fuente de variación cereal, así como en las interacciones cereal por genotipo, cereal por concentración y la interacción de las tres fuentes de

variación (cereal x genotipo x concentraciones). Con un Coeficiente de Variación de 54.02 % (Cuadro 4.1).

En la comparación de medias en PA entre los cereales, se encontró que trigo obtuvo un mayor porcentaje de anomalías (13.16 %) comparada con cebada (11.66 %); así como entre genotipos de trigo, AN 239 presentó el mayor porcentaje con 17 % comparado con AN 264 con 9.33 %. En cebada, Narro 221 obtuvo 15 % y Narro 95 un 8.3%; estos resultados son contrario al reportado por Said *et al.* (2004), quienes encontraron que una variedad de cebada como Arig, presentó mayor porcentaje de plántulas anormales que un genotipo de trigo.

En la prueba de comparación de medias en el porcentaje de PA por concentraciones, se encontró el primer grupo estadístico fue la concentración de 100 mM de NaCl, seguido de la concentración 150 mM, mientras que el testigo y la concentración de 50 mM de NaCl fueron estadísticamente iguales, provocando menos anomalías (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3 Comparación de medias en PA por concentraciones de NaCl en dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.

Concentración NaCl (mM)	Media*
0 (Testigo)	9.66 C
50	9.66 C
100	16.33 A
150	14.00 B

*Los valores medios con la misma letra son estadísticamente iguales

Esta respuesta pudo reflejar que las dos concentraciones altas que se utilizaron en el estudio tuvieron un efecto negativo en la fisiología de la semillas por dar lugar a un

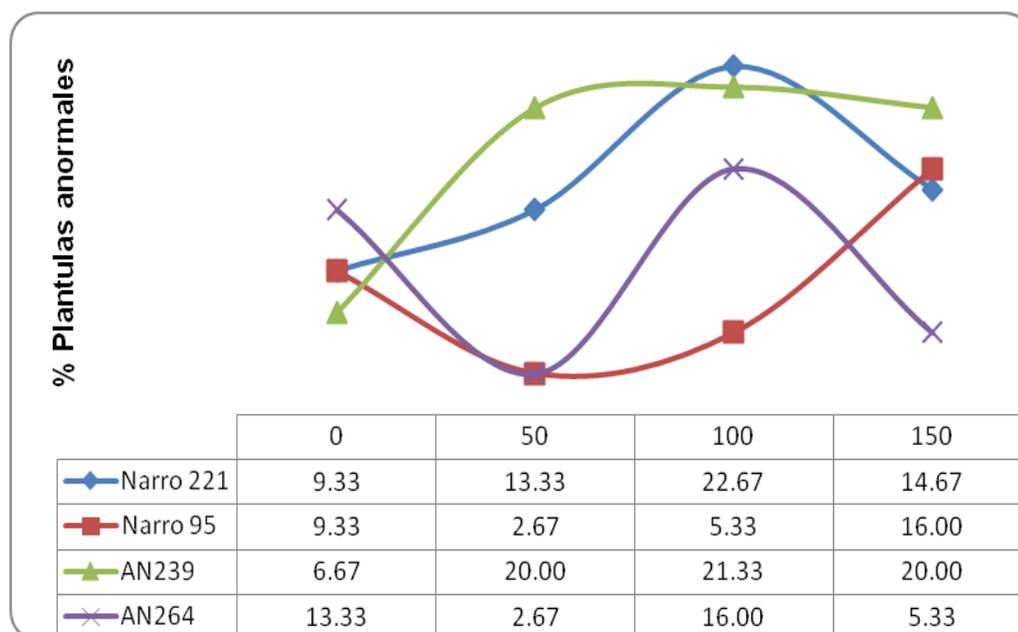
mayor número de anomalías en los cereales, confirmando los que estudios realizados por Afzal *et al.*, (2005), quienes utilizaron también tratamientos con cloruro de sodio en cereales.

En la interacción de genotipos por concentración, en la variable de PA, se manifestó en el siguiente orden, el genotipo Narro 221 y AN 239, así mismo los genotipos AN 264 y Narro; es necesario mencionar que el efecto en las anomalías en relación a la concentración de NaCl en los genotipos, mostraron un comportamiento diferente entre genotipos como se muestra en la Figura 4.1.

En concentración 100 mM en los genotipos, presentaron los mayores porcentajes, sin embargo el genotipo Narro 95 incrementó la cantidad de anomalías, pero por alguna razón no superó a la concentración 0; al incrementar a 150 mM de cloruro de sodio el porcentaje plántulas anormales disminuyó en tres de los genotipos (AN 239, Narro 221 y AN 264), a diferencia Narro 95 que tuvo efecto negativo lo que podría significar que dicha concentración causó en la plántula anomalías, a diferencia con las concentraciones 0 y 50 mM como se esperaba fueron las concentraciones que presentaron menor cantidad de anomalías en las plántulas, en concentración 0 se comportaron en el siguiente orden, AN 264 seguido de Narro 221, Narro 95 y AN 239, sin embargo al agregarle 50 mM los genotipos AN 264 y Narro 95 disminuyeron a diferencia de Narro 221 y AN 239 incrementaron el porcentaje de PA; cabe mencionar que los valores obtenidos superaron a los alcanzados en las concentraciones 100 mM (Figura 4.2).

Estos resultados son similares a lo reportado por Akbarimoghaddam *et al.* (2011) en genotipo de trigo (Hirmand), y Türkyilmaz *et al.* (2011) en genotipo de cebada (Gem) en donde ambos fueron afectados por concentraciones medias y altas de NaCl.

Figura 4.2 comportamiento de la variable porcentaje de plántulas anormales dentro de la prueba de capacidad de germinación en genotipos de grano pequeño en diferentes concentraciones de NaCl bajo condiciones de laboratorio, 2012.



Semillas Sin Germinar (SSG)

En los resultados de del análisis de varianza, en la variable semillas sin germinar, se mostraron diferencias altamente significativas entre cereales, genotipos y concentraciones, así como en la interacción cereal por concentración, indicando que al menos uno de los cereales así como un genotipo fueron afectados por alguna de las concentraciones; mientras que en la interacción cereal por genotipo, cereal por

concentración y cereal por genotipo por concentración no existió diferencia entre ellos. Coeficiente de variación 25.78% como se muestra en el Cuadro 4.1.

La comparación de medias mostró que mostrando que cebada obtuvo un mayor porcentaje de SSG con el 51.66 %, en promedio; donde Narro 95 presentó 22.59 %, y Narro 221 con 10.43 %; encontrando un resultado similar a lo reportado por Said (2004), donde la variedad Arig 8 de cebada obtuvo un 50.59 % en SSG; comparado con trigo que obtuvo valores menores en promedio de 15.66 %, AN 264 presentó 11.49 % y finalmente AN 239 un 8.37 % de SSG; quiere decir que la condición de salinidad continua afectando la fisiología de la semilla, al demostrar que el NaCl llega a incrementar los porcentaje de semillas sin germinar en la prueba de germinación ya sea por retardo o muerte de la misma, a tal grado que reduce completamente el desarrollo de la planta y el rendimiento (Munns *et al.*, 2006).

Estadísticamente la concentración de 100 mM de NaCl presentó el primer grupo estadístico con el mayor porcentaje de SSG, seguido de la concentración de 150 mM junto con el testigo a 0 mM; sin embargo el testigo también fue considerado en el último grupo estadístico al igual que 50 mM (Cuadro 4.4); coincidiendo con Mohammed *et al.*(2002), quienes reportaron que los niveles de NaCl pueden disminuir el porcentaje de germinación así como aumentar de manera proporcional el tiempo medio de germinación.

Cuadro 4.4 Comparación de medias en SSG por concentraciones en dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.

Concentración NaCl (mM)	Media*
0 (Testigo)	28.00 B C
50	27.66 C
100	44.00 A
150	35.00 B

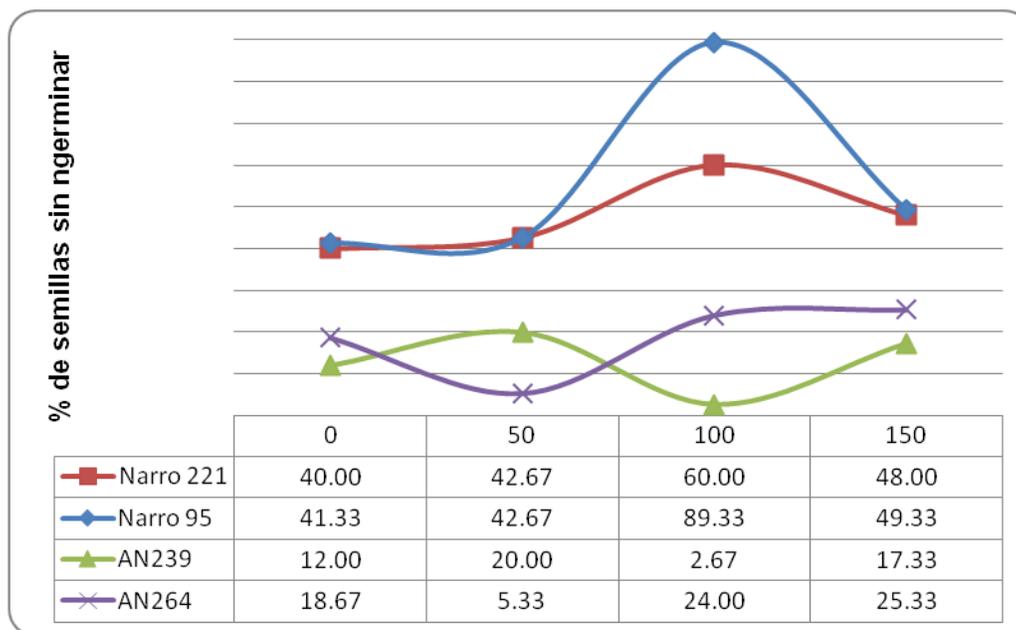
*Los valores medios con la misma letra son estadísticamente iguales

Con respecto a la prueba de la comparación de medias en la interacción de cereales por concentración, cebada presentó en la concentración de 100 mM de NaCl un 74.66 % de SSG, quien mostró el mayor porcentaje, seguido de 150 mM con 48.66 %, 50 mM con 42.66 % y por último el testigo (0 mM) con 40 %; lo cual nos puede indicar que este material genético no tenía buena germinación o tal vez las condiciones en las que se tuvieron en la prueba no fueron las óptimas para su germinación. En el cereal trigo, en las mismas condiciones de germinación obtuvo en la concentración a 150 mM un 21.33 % de SSG, seguido del testigo con 15.33 %, a 100 mM presentó un 13.33 % y por último a 50 mM solo un 12.66 %.

Esto sugiere que la cebada resulta más susceptible a pesar de que las condiciones de germinación no fueran las adecuadas, coincidiendo con Said (2004) quien menciona la cebada demuestra ser susceptible de a la salinidad. Mientras Argentel *et al.* (2010) demuestra el trigo que es más tolerante a la salinidad en relación al trigo.

En la interacción de genotipos por concentración, en la variable de SSG, se manifestó en el siguiente orden, el genotipo Narro 95 y Narro 221 con niveles altos de semillas sin germinar, mientras que los genotipos AN 264 y AN 239 alcanzaron valores por debajo de 20 % (Figura 4.3); lo cual muestra que los materiales de cebado no logran resistir altas concentraciones de NaCl, en cambio los trigo se logra observar su tolerancia a estas condiciones.

Figura 4.3 Comportamiento de la variable porcentaje de plántulas anormales dentro de la prueba capacidad de germinación en genotipos de grano pequeño en diferentes concentraciones de NaCl, bajo condiciones de laboratorio, 2012.



En la Figura 4.3 se muestra la tendencia de la concentración 100 mM en los genotipos (Narro 95, Narro 221 y AN 264) quienes presentaron los mayores porcentajes de SSG a diferencia con el genotipo AN 239, mostró un decrecimiento lo que significa que en esta concentración presentó problemas para germinar; al incrementar a 150 mM de cloruro de sodio el porcentaje de semillas sin germinar

aumento en los genotipos AN 264 y AN 239, en comparación a Narro 95 y Narro 221 ; lo que significa que la salinidad provocó un daño de menor grado, mientras que las concentraciones 0 y 50 mM; manifestaron menos daños por la salinidad en la semilla.

Estos resultados son similares a lo reportado por González (2009) en donde las concentraciones altas de NaCl causan un daño directamente a las semillas de trigo (G 6 y G8) causando que esta no llegue a germinar, Adjel *et al.* (2013) en genotipos de cebada (Tichedrett y Beecher) demostraron que son altamente sensibles a las altas concentraciones de salinidad.

Longitud Media de Plúmula (LMP)

Para el análisis de ANVA en la variable de longitud media de la plúmula (LMP) como una prueba de vigor se consideraron los resultados obtenidos de los días 10 y 11 de su evaluación.

Por tal motivo para la variable Longitud Media de Plúmula a los 10 días (LMP10), la fuente de variación de concentración existió diferencia altamente significativa como se muestra en el Cuadro 4.5, lo que demuestra que al menos una concentración pudo tener un efecto en la semillas; en el análisis estadístico mostró que en las fuentes de variación cereal, genotipo e interacciones cereal por genotipo, cereal por concentración, genotipo por concentración y cereal por genotipo por concentración no mostraron diferencias entre ellas.

Sin embargo, mientras que para la variable Longitud Media de Plúmula a los 11 días (LMP11) no existió diferencia entre los genotipos, concentraciones y en las

interacciones cereal por genotipo, cereal por concentración, genotipo por concentración y cereal por genotipo por concentración; solo se llegó a observar una diferencia altamente significativa entre los cereales, confirmando nuevamente que entre ellos existe un comportamiento distinto ante las condiciones de salinidad haciendo a uno de ellos más tolerante que el otro.

Cuadro 4.5 Cuadrados medios y nivel de significancia en la longitud media de la plúmula de dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios LMP 10 días	Cuadrados medios LMP 11 días
Cereal	1	0.11 N/S	3.30 N/S
Genotipo	1	0.01 N/S	0.05 N/S
Concentración	3	0.68 **	0.39 **
Cereal* Genotipo	3	0.001 N/S	0.24 N/S
Cereal*Concentración	3	0.25 N/S	0.75 N/S
Genotipo*Concentración	3	0.13 N/S	0.18 N/S
C*G*C	3	0.02 N/S	0.12 N/S
Error	32	0.13	0.16
% C.V.		62.7	50.28

***, N/S, significativo al 0.01,0.05 % de probabilidad y no significativo respectivamente; %CV = Porcentaje de Coeficiente de variación; GL= grados de libertad

En la comparación de medias por concentraciones LMP10 y LMP11 fue altamente significativo donde las concentraciones de 50 y 100 mM de NaCl fueros estadísticamente iguales, siguiendo por el testigo que fue igual a las 3 concentraciones de NaCl, la concentración de 150 mM fue la que menor LMP10 presento (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6 Comparación de medias por concentraciones en la variable de longitud media de la plúmula para el día 10 y 11 en dos cereales con NaCl bajo condiciones de laboratorio 2012.

Concentraciones NaCl (mM)	Medias*	
	LMP ₁₀	LMP ₁₁
0 mM	0.55 AB	0.66 B
50 mM	0.76 A	1.07 A
100 mM	0.74 A	0.72 AB
150 mM	0.25 B	0.76 AB

*Los valores medios con la misma letra son estadísticamente iguales

Estos resultados son contrarios a lo reportado por Eskandari and Kazemi (2011), en donde se demostró que al aumentar las concentraciones de salinidad la longitud media de la plúmula decrece. Gholamali *et al.* (2007) realizaron estudios que al incrementar salinidad, la longitud media de la plúmula de la plántula esta empieza hacer menos corta.

Cuantificación de auxinas

En análisis de ANVA en la variable cuantificación de auxinas se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones salinas mientras que en el resto de los factores no se detectaron diferencias significativas (Cuadro4.7).

Cuadro 4.7 Cuadrados medios y nivel de significancia en la cuantificación del auxinas en la radícula de dos cereales de grano pequeño bajo condiciones de salinidad, 2012.

FV	GL	Auxinas/ PPM
Cereal	1	0.004 N/S
Genotipos	1	0.00004S/N
Concentraciones	3	0.01 *
Cereal* Genotipo	3	0.004 N/S
Cereal* Concentración	3	0.003 N/S
Genotipo*Concentración	3	0.009 N/S
C*G*C	3	0.0007N/S
Error	32	0.003
% C.V	25.18	

*,**, ^{N/S}, significativo al 0.01, 0.05 % de probabilidad y no significativo respectivamente; %CV = Porcentaje de Coeficiente de variación; GL= grados de libertad

La concentración 100 mM de NaCl fue la que indujo mayor cantidad de auxinas en la plántula, seguido por las concentraciones de 50 y 150 mM; finalmente el testigo quien presento la menor cantidad de auxinas (Cuadro 4.8); lo que demuestra que concentración medias de cloruro de sodio pueden causar un efecto de estrés en las semillas, dando lugar a que esta produzca más auxinas y por consecuencia al germinar esta semillas producen plántulas con mayor concentración de auxinas y generan mayor elongación de radícula que es una característica que en determinado momento ayudara a la planta a resistir la salinidad y sequía o en pocas palabras al estrés hídrico.

Cuadro 4.8 Comparación de medias por concentraciones en la variable de cuantificación de auxinas en la radícula en dos cereales con NaCl bajo condiciones de laboratorio 2012.

Concentraciones	Medias*
NaCl (mM)	
0 mM	0.19 B
50 mM	0.23 A B
100 mM	0.26 A
150 mM	0.20 B

*Los valores medios con la misma letra son estadísticamente iguales

La salinidad provoca un descenso progresivo en el nivel de IAA en el sistema radicular de las plantas (Sakhabutdinova *et al.*, 2003). Así mismo otros investigadores también evaluaron que al aplicarle con reguladores de crecimiento IAA a las semillas de trigo antes de la siembra alivió el crecimiento inhibiendo el efecto del estrés salino (Sastry y Shekhawa, 2001; Afzal *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

En base a los objetivos establecidos y a los resultados obtenidos en el presente estudio se llego a las siguientes conclusiones:

- Los cereales de grano pequeño estudiados mostraron una diferencia en la respuesta a la germinación, vigor bajo condiciones de salinidad aplicadas.
- Se encontró que el trigo tuvo un efecto positivo en germinación, vigor y en contenido de auxinas bajo condiciones de salinidad en comparación a cebada.
- Las concentraciones de salinidad mostraron efectos positivos en la germinación en los genotipos de trigo, a diferencia en los genotipos de cebada.
- Se puede concluir que las que las concentraciones estudiadas afectan la cantidad de auxinas y el vigor.

BIBLIOGRAFIA

- Adjel, F. Kadi, Z., Bouzerzour, H. and Benmahammed, A. 2013. Salt stress effects on seed germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes. *Journal of Agriculture and Sustainability*. 3(2): 223-237.
- Afzal, I., Maqsood, S., Basra, A., Ahmad ,N. and Farooq,M. 2005. Optimization of hormonal priming techniques for alleviation of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.).*Caderno de Pesquisa. Bio. Santa Cruz Do Sul*, 17(1):95-109.
- Ahmad, I., Lather, F. and Stewart, G.R .1979. Sorbitol, a Compatible Osmotic Solute in Plant ago maritime *New Physiologist*, 82(3):671-678.
- Akbarimoghaddam, H., Gavali, M., Ghanbari, A. and Panjehkeh, N. 2011. Salt stress effects on seed germination. *Trakia Journal of Sciences*. 9(1):43-50.
- Alam, M. Z., Stichbury, T. y Naylor R. E. L. 2005. Early identification of salt tolerant genotypes of rice (*Oriza sativa* L.) using controlled deterioration. *Exp Agric*. 42, 65-77.
- Ali, R.M. and H.M.Abbas.2003.Response of salt stressed barley seedlings to phenylurea. *Plant Soil Environ*.49 (4):158-162.Egypt.
- Ara, M. L.; Carvalho L. P, Lucca B. A., Alberto S. C. 2006. Germination of seeds and seedling growth of popcorn cultivars under water and salinity stress *Rev. Bras. Segmentes*. 28(3): 11-29.

- Argentel, R. D. López, L. M. González, R. C. López, E. Gómez, I. Fonseca. 2010. Evaluación de la tolerancia a la salinidad en estadios tempranos y finales del desarrollo en triticales (*Triticum secale*). Cultivos Tropicales, 31(1): 48-53.
- Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Sci 13:17-42.
- Ashraf, M. and Foolad M.R. 2005. Pre-Sowing Seed Treatment--A Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield Under Saline and Non-Saline Conditions Advances in Agronomy. San Diego: Vol. 88 pg. 223.
- Ayer, A.D. 1952. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. Agron. J. 44 (2): 82-84
- Ayer, A. D. y H. E. Hayward. 1948. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13:224-226.
- Bernstein, L. and Ayers, A. 1953. Salt tolerance of five varieties of carrots. Proceedings of American Society for Horticultural Sciences 61: 360-366.
- Blum, A. 2002. Field screening for drought tolerance in crop plants with emphasis on rice. Proc. International Workshop on Field Screening for Drought Tolerance in Rice, I CRISAT, Patancheru y Rockefeller Foundation, New York, NY. 12: 11-14.

- Canci, P, N., duulu L, Dill-Macky R, Muehlbauer G, Rasmussen, D. and Smith K. 2003. Genetic Relationship between kernel discoloration and grain protein concentration in barley. *Crop. Science* 43:1671- 1679.
- Cheeseman, J. M.1988.Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.* 87:547-550.
- Choo, T. M., Rein. B. and Kasha, K.J. 1985. Use of haploids in breeding barley. *Plant Breeding Review* 3:219-252.
- Danquah, E., Barrett, J.2002. Grain yield in composite cross five of barley: Effects of natural selection. *The Journal of Agricultural Science* 138:171-176.
- Datta, J.K., Nag, S., Banerjee, A y Mondal, N.K. Impact of salt stress on five varieties of Wheat(*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *Sci. Environ. Manage.*13 (3) 93 – 97.
- Departamento de Agricultura Estados Unidos. 2011. Producción Mundial de cereales.
- Drennan, P.M., Berjak, P., Lawton, J.R. and Pammenter NW. 1987. Ultrastructure of the salt glands of the mangrove, *Avicenna marina* (Forssk.) Vierh. As indicated by the use of selective membrane staining *Plant* .172(2): 176 – 183.
- El-Hendawy, S.E. Hu, Y. y Schmidhalter, U. 2005. Growth, ion content, gas Exchange and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerance. *Aust. J. Agric. Res.* 56, 123-131.

- El Madidi, S., B. El Baroudi y F.B. Aameur.2004. Impact of salt stress on five varieties of barley cultivars under laboratory condition International Journal of Agriculture & Biology.6 (5):767-770.
- Eskandari, H. and Kazemi,K. 2011. Germination and seedling properties of different wheat cultivars under salinity conditions. Not Sci Biol. 3(3): 130-134.
- FAO, 2005.Food Outlook. September 2005.WWW.Fao.org.gIEWS.
- Ferguson, J. 1995. An introduction to seed vigor testing. In: Seed vigor testing seminar. Zurich: International Seed Testing Association. Copenhagen Denmark.1-9.
- Financiera Rural. 2009. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Monografía Cebada.pp1-4.
- Flowers, T .J. y Yeo A.R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants .Australian Journal of Plant Physiology, 22: 875-884.
- Gholamali, A., S.A.M.M.Sanavy y Yousefzadeh, S. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 10(15): 2557-2561.Pakistan, Irán.
- González, E.N.E. 2009. Efecto de la salinidad (NaCl) sobre la germinación y vigor de semillas en 10 genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 60pp.
- González L.M., Estrada, A., Zaldívar y Argentel, L. 2007.Tolerancia a la sequía en diferentes variedades de trigo sobre la base de algunas variables del

régimen hídrico y la concentración de pigmentos en estadía de plántula.
Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. La Habana Cuba. 16(001):45-49.

Grausgruber, H., Bointner H, Tumpold R. Ruckenbauer P. 2002. Genetic improvement of agronomic and qualitative traits of spring barley. *Plant Breeding* 121:411-416.

Gutiérrez, G.A., Carballo, C.A., Mejía, C.J., Vargas, H.M., Trethowan, R. y Villaseñor, M.E. 2006. Caracterización de trigos harineros mediante parámetros de calidad y fisiología de la semilla. México. *Agricultura Técnica en México* 32(1):45-55.

Harvey, D.M.R., Flowers, T.J and Hall ,J.L. 1976. Localization of Chloride in Leaf Cells of the Halophyte Suaeda Maritima by Silver Precipitation *New Physiologist*. 77 (2):319-323.

Hartung, W., Sauter, A. y Hose, E.2002. Abscisic Acid in the Xylem. *Journal of Experimental Botany*.53(1):27-32.

Hayward, H.E. and C. R. Wadleigh.1949. Plant growth on saline and alkaline soils. *Adv. Agro.* 1:1-38

Huang, B. and H. Gao. 2000. Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. *Crop Sci.* 40, 196-203.

International Seed Testing Association (ISTA). 1999. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 27 suplement. 288 p.

- Jarat, A.A., Shahid, M., and Maskri. A. 2004. Genetic diversity in Bating Barley Landrace from Oman: II. Response to salinity stress. *Crop Sci.* 44: 0071007.
- Jaspeado, R. 1900. Trigo providencial. Oficina tipográfica del gobierno en la escuela de artes y oficios. Toluca, Edo de México. pp 19.
- Khan, M.A. and Gulzar, S.2003. Germination response of *Sporobolus* spp.: a saline desert grass. *J. Arid Environ.* 53:387-394.
- Kende, H. and Zeevaart, J.1997. The Five "Classical" Plant hormones. *The plant cell.*9 (1):1-197.
- Kotake, T., Nakagawa, N., Takeda, K and N. Sakurai. 2000. Auxin- induced elongation growth and expression of cell wall-Bound exo-and endo β - glucanases in barley coleoptiles. *Plant Cell Physiol.* 4(11):1272-1278.
- Ma, R., Guo, Y, and S. P.2004. Comparison of anther and microspore culture embryogenesis and regeneration of rye (*Secale cereale*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 76:147-15
- Madić, M., Paunović, A., Bohan, N., Veljković. L .2006. Grain yield of new malting barley cultivars indifferent agroecological conditions. *Acta Agriculture Serbica* 11:29-35.
- Madueño, M. A., García-Paredes, D., Martínez-Hernández, J., Rubio-Torres, C. 2006. Germinación y desarrollo de plántulas de frijolillo *Rhynchosia minima* (L) DC en condiciones de salinidad. *IDEM.* 24(1):47-54.

- Mahdi,Y., Ghassemian,A., Sofalian, O. and Khomari, S.2012. Effects of salinity stress on barley (*Hordeum vulgare*. L.) germination and seedling growth. *Journal Agri Crop Sci.* 4(18): 1353-1357.
- Maluszynski, M., Kasha K. and Szarejko, L. 2003. Published doubled haploid protocols in plant species. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London, pp 309335.
- Martínez, R. 2004.- Mejora de la estabilidad dimensional de la Madera de Quebracho blanco *Aspidosperma quebracho- blanco Schlecht*. Mediante el uso de tanino y polietilen-glicol. *Revista de Ciencias Forestales.* 11(1): 73.
- Méndez N., J.R, Ibarra P., F.T. y Merazo, P.J.F. 2002. Germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo soluciones osmóticas IV. Manitol. VI Festival del Maíz. VI Jornada Científica Nacional del Maíz. Del 20 al 23 de noviembre del 2002. Maracay, Estado Aragua.
- Meyer, A. M. and A. Poljakoff. 1975. The germination of seed .Second Edition. Pergamon Press. Orford .pp 153-178.
- Mesa, D. 2003. Obtención de plantas resistentes a la salinidad para los suelos salinos cubanos. *Revista Cubana de Ciencia Agricola* 37(3):217-226.
- Mohammed, E M., Benbella, M. and Talouizete, A. 2002 .Effect of sodium chloride on sunflower (*Helianthus annulus* L.) seed germination .*Helia*, 2 5: 51- 58.

- Moreno M. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas UNAM, México.103-128.
- Musito-R.N., Vega-S. M.C. and Rodríguez-V. J.G. 2004. Genotipos de Maíz Tolerantes a Salinidad; un Estudio Preliminar para iniciar un Programa de Selección. Revista Agraria Nueva Época .1: 18-23
- Munss, R. And James, R.A. 2003.Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil 253: 201-218.
- Munss, R. And James, R.A. and Lauchli,A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 53:1025-1043.
- Nevo, C.2004.Caracterizacion fisiológica de tolerancia a la sequía en la cebada silvestre (*Hordeum spontaneum*) en el desierto de Judea. Revista informativa de la universidad de Haifa.pp4.
- Oliva, M.A., Rincón, R., Zenteno, E., Pinto, A. y Dendooven, L., Gutiérrez, F. 2008. Rol del vermicomposta frente al estrés por cloruro de sodio en el crecimiento y fotosíntesis en plántulas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Gayana Botánica. 65(1):10-17.
- Ortiz, R., Nurminiemi, M, Madsen S, Rognli O, Bjornstad A. 2002. Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years. Euphytica 126:283-289.
- Purves, W., Sandoval, D., Orians, G. and Heller,C. 2002. Vida la Ciencia de la vida. Sexta Edición. Editorial Medica Panamericana. New York. Pp 1133.

- Ramadan, T.1998. Ecophysiology of salt excretion in the xero-halophyte *Reaumuriahirtella* New Physiologist Volume 139 Page 273.
- Ross J., Neill D., Smith J., Kerckhoffs and Elliot R. 2000.Evidence that Auxin promotes the gibberellin A1 biosynthesis in pea. *Plant Journal* 21: 547-552.
- Said, M., Brahim, B. and Bani, A.2004. Effect of salinity on germination and early growth of barbely (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *International Journal of Agriculture & Biology*. 6(5): 767-770.
- Sakhabutdinova, A.R., Fatkhutdinova, D.R., Bezrukova, M.V. and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg J Plant Physiol*. 314-319.
- Salisbury, F. 1994. *Fisiología Vegetal*. Editorial Iberoamericana. México. Pp 759.
- Sastry, E.V.D. and Shekhawa, K.S. 2001. Alleviatory effect of GA₃ on the effect of salt at seedling stage in wheat (*Triticum aestivum*). *Indiana J. Agr. Res* 35:226-231.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Anuario estadístico de producción y comercialización de trigo.
- SIAP. 2011. Dirección de estudios y Análisis de Mercado. Noti C.A. pp 1-5.
- Soltani A., Gholipoor M. &Zeinali E. 2006Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany* 55: 195-200

- Sponchiado, B., J. White, J. Castillo y P. Jones. 1989. Root growth of four common bean cultivars in relation to drought tolerance in environments with contrasting soil types. *Exp. Agric.* 25, 249-257.
- Stewart, G.R. and Lee ,J.A. 1974.The role of proline accumulation in halophytes *Plant* Volume 120, Number 3 January 279 – 289
- Tanimoto, E. 2005. Regulation of root growth by plant hormones roles for Auxin and gibberellins. *Critical Reviews In Plant Sciences* 24:249-265
- Taylor, A., Allen, P., Bennett, M., Bradford, K., Burris, J and Misra, M .1998.Seed enhancements. *Seed Science Research* 8:245-256
- Thomas, W. 2002. Molecular marker-assisted versus conventional selection in barley breeding. *Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy, New Views on the Origin of Cultivate Barley.* The Haworth Press, Inc, New York, USA, pp 177-204
- Toojinda, T., Broers ,L., Chen.X., Hayes, P., Kleinhofs, A., Korte, J., Kudrna, D., Leung, H., Line, R.F., Powell, W., Ramsay, L., Vivar, H. and Waugh, R. 2000. Mapping quantitative and qualitative disease resistance genes in doubled haploid population barley (*Hordeum vulgare*). *Theoretical and Applied Genetics* 101:580-589.
- Türkyilmaiz.B, L. and .Aktas and A.Güven.2011.Salinity induced differences in growth and nutrient accumulation in five barley cultivars. *Turkish Journal of Field Crops.* 16(1):84-92.

Turner, N.C. 1979. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants.

En: Mussell, H. y R.C. Staples, (Eds.). Stress physiology in crop plants.

Wiley Inter science, New York, NY. pp. 343-372.

Ungar, I .A.1987. Population Characteristics, Growth, and Survival of the Halophyte

Salicornia European Ecology, Vol. 68, No. 3 pp. 569-575.

Villaseñor, H. E., Espitia, R. E., Huerta, J., Solís, M. E., González, I. R., Osorio, A. L. y

Pérez, H. P. 2007. Nueva variedad de trigo harinero de temporal en México.