

**EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y USO DE ÁCIDO
GIBERÉLICO EN LA EMERGENCIA DE SEMILLA DE *Echinacea purpurea* (L.)
MOENCH**

GUMERCINDO CRUZ MANUEL

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el Grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Diciembre de 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

**EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y USO DE ÁCIDO
GIBERÉLICO EN LA EMERGENCIA DE SEMILLA DE *Echinacea purpurea*
(L.) MOENCH**

TESIS

POR:

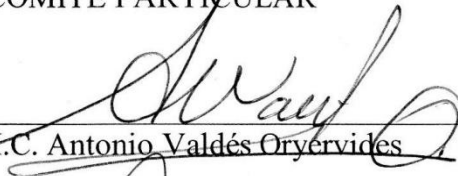
GUMERCINDO CRUZ MANUEL

Elaborada bajo supervisión del Comité Particular de Asesoría y Aprobada como
requisito parcial, para obtener el Grado de:


MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

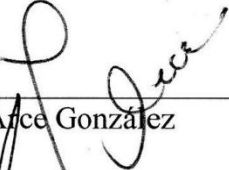
Asesor principal:

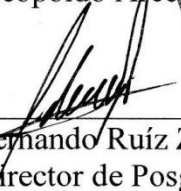

M.C. Antonio Valdés Oryérvides

Asesor:


M.C. Federico Facio Parra

Asesor:


M.C. Leopoldo Arce González


Dr. Fernando Ruíz Zarate
Subdirector de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre 2011.

COMPENDIO

EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y USO DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN
LA EMERGENCIA DE SEMILLA DE *Echinacea purpurea* (L.) MOENCH

POR:

GUMERCINDO CRUZ MANUEL

MAESTRÍA EN

TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MÉXICO. DICIEMBRE 2011.

M.C. Antonio Valdés Oryervides – Asesor -

Palabras clave: Calidad fisiológica, vigor, germinación, radícula, plúmula.

Se estudió el efecto de profundidad de siembra en la emergencia de semilla de equinácea purpúrea, bajo condiciones de invernadero, utilizando como coadyuvantes de la germinación ácido giberélico (AG₃), la investigación se realizó en Buenavista, Saltillo, Coah., México, a los 25° 22' LN y 103° 01' LO, a una altitud de 1742 msnm. Previamente se realizó un bioensayo con el objetivo de conocer la calidad fisiológica de esta semilla bajo condiciones de laboratorio, las semillas estuvieron expuestas a concentraciones de AG₃ de 5000, 800 y 1000 ppm más un testigo. Las variables evaluadas fueron: Capacidad de germinación (CG),

Índice de velocidad de germinación (IVG), Longitud de plúmula (LP) y Longitud de radícula (LR). Las profundidades estudiadas fueron: 1, 2, 2.5 y 3 cm, bajo condiciones de invernadero, las variables evaluadas fueron: Capacidad de emergencia (CE), Índice de velocidad de germinación (IVE), Longitud de plúmula (LP) y Longitud de radícula (LR). Los resultados fueron analizados bajo un diseño completamente al azar, con arreglo factorial con tres repeticiones, mediante el paquete estadístico FAUANL versión 2.5 y la prueba Tukey para la comparación de medias. Los resultados del bioensayo; en la variable de CG, las dosis de 800 y 1000 ppm de AG_3 , con 84.67 y 93.11 por ciento respectivamente, fueron los mejores tratamientos, para IVG la concentración de 1000 ppm de AG_3 superó a los demás tratamientos. La LP y LR reportaron mejores resultados en tratamientos de AG_3 comparadas con el testigo. Los resultados en invernadero, mostraron a las profundidades de uno y dos centímetros con dosis de 800 y 1000 ppm de AG_3 , incrementaron los valores en las variables de CE, IVE y LR. Los efectos del AG_3 en la LP sólo se manifestaron en la profundidad de un centímetro, con la dosis de 800 ppm, superando a los demás tratamientos.

ABSTRACT

EFFECT OF PLANTING DEPTH AND USE OF GIBBERELIC ACID IN THE
EMERGENCY SEED *Echinacea purpurea* (L.) MOENCH

BY:

GUMERCINDO CRUZ MANUEL

MASTER

GRAIN AND SEED TECHNOLOGY

TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

ANTONIO NARRO AGRAIN AUTONOM UNIVERSITY

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DECEMBER 2011.

M.C. Antonio Valdés Oryervides – Advisor -

Keywords: Physiological quality, vigor, germination, radicle, plumule.

The effect of planting depth on emergence of seeds of purple coneflower, under greenhouse conditions, using aids germination gibberellic acid (GA₃), research was conducted in Buenavista, Saltillo, Coah., Mexico, 25 ° 22 'LN and 103 ° 01' W, at an altitude of 1742 meters. Previously, a bioassay was conducted in order to meet the physiological quality of the seed under laboratory conditions, seeds were exposed to concentrations of GA₃ in 5000, 800 and 1000 ppm more a control. The variables evaluated were: germination capacity

(GC), germination rate index (IVG), plumule length (LP) and radicle length (LR). The depths studied were: 1, 2, 2.5 and 3 cm, under greenhouse conditions, the variables evaluated were: emergency capacity (EC), germination velocity index (EVI), plumule length (LP) and radicle length (LR). The results were analyzed under a completely randomized design with factorial arrangement with three replications, using the statistical package version 2.5 and FAUANL Tukey test for comparison of means. The results of the bioassay, in the variable CG, doses of 800 and 1000 ppm GA₃, with 84.67 and 93.11 percent respectively, were the best treatments for IVG concentration exceeded 1000 ppm GA₃ to other treatments. The LP and LR reported better treatment results compared with the control AG₃. The results in the greenhouse, showed the depths of one and two inches at doses of 800 and 1000 ppm GA₃, increased values in the variables EC and LR IVE. The effects of GA₃ in the LP expressed only in the depth of an inch, with a dose of 800 ppm, higher than the other treatments.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Importancia del vigor.....	4
Germinación.....	5
Emergencia.....	6
Bioreguladores.....	7
Profundidad de siembra.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Ubicación del experimento.....	11
Material genético utilizado.....	12
<u>Manejo de la semilla</u>	12
Germinación en laboratorio (Bioensayo).....	12
Germinación en Invernadero.....	13
Variables evaluadas.....	13
<u>Bioensayo (Laboratorio)</u>	13
Capacidad de Germinación (CG).....	13
Índice de velocidad de germinación (IVG).....	14
Longitud de la plúmula (LP).....	14
Longitud de radícula (LR).....	14
<u>Invernadero</u>	14
Capacidad de emergencia (CE).....	14
Índice de velocidad de emergencia (IVE).....	15
Longitud de la plúmula (LP).....	15
Longitud de radícula (LR).....	15
<u>Diseño experimental</u>	15

Modelo estadístico.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
<u>Bioensayo (Laboratorio)</u>	18
<u>Invernadero</u>	19
<u>Parámetros de vigor</u>	21
Capacidad de Emergencia (CE).....	21
Índice de velocidad de Emergencia (IVE).....	23
Longitud de la Plúmula (LP).....	25
Longitud de Radícula (LR).....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RESUMEN.....	31
VIII.LITERATURA CITADA.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Núm.		Pág.
1	Calidad de semillas de <i>E. purpurea</i> (L.) Moench, tratadas por dos horas con ácido giberélico (AG ₃), en dosis de 500, 800 y 1000 ppm más un testigo.....	18
2	Comparación de medias del efecto de profundidad de siembra y ácido giberélico en semilla de <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench, bajo condiciones de invernadero.....	20
3	ANVA de la Capacidad de Emergencia de semillas de <i>E. purpurea</i> (L.) Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.....	21
4	ANVA del Índice de Velocidad de Emergencia de semillas de <i>E. purpurea</i> (L.) Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.....	23
5	ANVA de la Longitud de Plúmula de semillas de <i>E. purpurea</i> (L.) Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.....	25
6	ANVA de la Longitud de Radícula de semillas de <i>E. purpurea</i> (L.) Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Núm.		Pág.
1	Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en la capacidad emergencia en la semilla de <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.....	22
2	Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en el Índice de Velocidad de Emergencia en la semilla de <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.....	24
3	Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en el Índice de Velocidad de Emergencia en la semilla de <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.....	26
4	Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en la Longitud de Radícula de la semilla de <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.....	28

I. INTRODUCCIÓN

La *Echinacea purpurea* (L.) Moench, es una planta silvestre originaria de Norteamérica, sobre todo en los estados más occidentales de los Estados Unidos, entre Illinois y Nebraska aunque también se puede encontrar en los estados del sur como Missouri, Louisiana, Oklahoma, Kansas, Florida y Texas. Crece principalmente en las llanuras, praderas, bancos de arena, colinas secas y calcáreas, utilizadas por los indios sioux y otros desde hace siglos.

Las producciones de *Echinacea purpurea* (L.) Moench, se ven afectadas por ser una planta de semilla pequeña y esto le ocasiona problemas al momento de emerger obteniendo bajos porcentajes de germinación, las plántulas que logran brotar pueden perecer, si no se tiene un manejo fitosanitario adecuado, debido a la susceptibilidad a enfermedades como damping-off causada por diversos hongos, tales como; *Pythium spp*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp* y *Alternaria spp* que se presentan en etapa temprana. Por otra parte, es importante mencionar que esta semilla, tiene latencia o letargo, que es la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura y humedad favorables.

En determinadas plantas, normalmente la latencia solo puede interrumpirse por la acción de frío o de luz. La semilla de *E. purpurea* (L.) Moench, presenta cierta variación de

letargo, lo que ocasiona una germinación pobre en los lotes de producción. El uso de coadyuvantes para el incremento de germinación en lotes de producción es una actividad cada vez más frecuente. En muchas especies como la lechuga, el tabaco y las avenas silvestres, las giberelinas pueden sustituir al frío o a la luz en la interrupción de latencia, provocando así el crecimiento del embrión y la emergencia de la plántula.

Concretamente las giberelinas estimulan la elongación celular, de manera que la radícula pueda empujar a través del endospermo, la cubierta seminal o la cubierta del fruto que restringen su crecimiento (Salisbury y Ross, 1994). Araya *et al.* (2000) puntualizan que el ácido giberélico (AG₃), puede romper la latencia de las semillas y remplazar la necesidad de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura. El ácido giberélico acelera la germinación de la semilla y de esta manera asegura la uniformidad en la producción (Raven *et al.* 1991).

Existe poca información sobre la profundidad óptima de siembra con la que se obtengan mejores porcentajes de germinación de la *E. purpurea* (L) Moench, en campo, por ello se realizó esta investigación, haciendo interactuar diferentes profundidades de siembra y distintas dosis de ácido giberélico en condiciones de invernadero.

Objetivos

Evaluar el efecto de la profundidad de siembra en la emergencia de semilla de *Echinacea purpurea* (L.) Moench.

Evaluar al ácido giberélico en dosis de 1000, 800 y 500 ppm, en la emergencia de semilla de *Echinacea purpurea* (L.) Moench.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La *Echinacea purpurea* (L.) Moench, es una planta endémica del territorio norteamericano. Anetzhofer (1993) describió a la *E. purpurea* (L.) Moench, como una planta perenne que puede crecer, tentativamente 1.5 metros de alto y 46 centímetros de ancho. Las semillas son aquenios con cuatro líneas de dehiscencia. El tallo áspero con vellosidades y las hojas verdes con borde dentado. Fue incorporada a la agricultura inicialmente como flor de corte pero hace varios años ha existido una demanda importante por sus raíces y follaje en Europa, principalmente por parte de Alemania que la incluye en las hierbas con aplicaciones farmacológicas. La *E. purpurea* (L.) Moench, es usada para fortalecer el sistema inmunológico, también se considera que previene resfríos y la gripe (Barquero, 2007). Por esta razón el género *Echinacea*, en los últimos años ha elevado su demanda dentro de la Comunidad Económica Europea.

El género *Echinacea* pertenece a la familia de las Asteráceas, cuyas especies principales son *E. purpurea* (L.) Moench, *E. angustifolia* (DC.) Hell, *E. pallida* (Nutt.) Nutt, *E. paradoxa* (J.B.S. Norton) Britt, *E. tennesseensis* (Beadle) Small y *E. laevigata* (Boynton and Beadle) Blake. Starman *et al.* (1995) mencionan que de las varias especies de *Echinacea* las tres más populares son *E. purpurea* (L.) Moench., *E. angustifolia* (DC.) Hell., *E. pallida* (Nutt) Nutt. Al respecto, Anetzhofer (1993) comentó que estas especies son explotadas por sus raíces, inflorescencias, semillas e incluso el extracto de toda la

planta. En el mundo la especie *Echinacea*, es cultivada en forma prominente la *E. purpurea* (L.) Moench, con 80 por ciento y *E. angustifolia* (DC) con 20 por ciento, ambas normalmente son plantadas como ornamentales en jardines y producidas comercialmente. Al respecto Molina y García (2001) señalan que de la *E. purpurea* (L.) Moench, se utilizan las raíces, cabezuelas florales y partes aéreas para la fabricación de cápsulas, extractos y tinturas madre. Estudios de mercado recientes han mostrado que son las especies vegetales medicinales más vendidas en todo el mundo, superando a plantas tan conocidas como el ginseng o *Aloe vera* (L.) Burm. f. Sin embargo el abasto de esta planta al mercado se ve disminuida por causas fisiológicas, físicas manifestadas en el vigor propio de la semilla, al no tener conocimientos del manejo que se le debe dar, al iniciar su producción en campo.

Importancia del vigor

El vigor, es un importante componente de la calidad de la semilla (Hampton y Coolbear, 1990). Moreno (1996), señala que las determinaciones del vigor de semillas, pueden ayudar a predecir el comportamiento de un lote, cuando las condiciones ambientales no favorecen del todo en la germinación y emergencia de plántulas.

Al respecto la ISTA (1985) realizó la clasificación en: semillas de alto, medio y bajo vigor. Por lo que existe una diferencia marcada en valores de esta característica. Para, Moreno (1984) las posibles causas de variabilidad del vigor de las semillas, son las siguientes: genotipo; medio ambiente y nutrición de la planta; tamaño; peso y peso volumétrico; daño físico; deterioro y envejecimiento; y presencia de patógenos.

El envejecimiento o deterioro de las semillas es un fenómeno complejo, que difiere entre genotipos, es influenciado por factores ambientales y biológicos, y no ocurre uniformemente en las semillas, aún dentro de un mismo lote (McDonald, 1999). Por lo que las pruebas de vigor suelen ser más sensibles para determinar la calidad de las semillas, por lo que se pierde validez rápidamente y por lo tanto los intervalos de reprobación con respecto a la germinación deben ser más cortos (McDonald, 2002). Es decir se tiene que repetir el análisis con una frecuencia mayor que en la prueba de germinación estándar.

Existen múltiples pruebas para calcular el vigor de un lote de semillas, éstas deben ser baratas, sencillas, cuantitativas, reproducibles y correlacionadas con la emergencia en campo de la semilla (McDonald, 1980). Barros (2003) hace hincapié en que, el vigor de una semilla es un indicador de su rapidez de germinación y emergencia, siendo esto determinante en el establecimiento exitoso del cultivo. Ensayos de vigor han sido aplicados reiteradas veces a nivel mundial, para evaluar el estado real de las semillas antes de ser llevadas a campo (Spears, 1998). El vigor entonces es una propiedad intangible de la semilla, que permite predecir lo que pasará en campo, una vez que sea sembrada la semilla y comience el proceso de germinación.

Germinación

La calidad de la semilla es un indicador de excelencia que puede determinar el funcionamiento de ésta al momento de la siembra. ISTA (1999) conceptualizó a éste término, como la etapa que va desde la emergencia y desarrollo de una plántula, hasta que el aspecto de sus estructuras esenciales expresan su capacidad para originar una

planta normal, bajo condiciones ambientales favorables, tales como; temperatura, humedad relativa y luz. El resultado del complejo de interacciones de dichas condiciones, ocasiona amplias respuestas de los diferentes cultivos y variedades (Gastiazoro, 2000).

Perry (1981) considera que el porcentaje de germinación al cuarto día solo se considera útil cuando las condiciones son cuidadosamente controladas. Por lo que Hernández y Carballo (1997), hacen sugerir una adecuación en la duración de la prueba de germinación, para la evaluación de los parámetros de calidad fisiológica del material genético bajo estudio.

La germinación no tiene graduación; lo que significa que no existen semillas a medio germinar, por lo que una semilla es considerada como germinada o no. Tampoco existe distinción entre plántulas fuertes y débiles (Copeland y McDonald, 2001). Las semillas van a germinar de acuerdo a la interacción de factores del medio en el que se realizó la siembra y al vigor que éstas presenten, lo cual incrementará la emergencia de cada semilla sembrada.

Emergencia

Algunas especies vegetales muestran indeseables condiciones de germinación, como una gran variación en el tiempo entre el momento de siembra y la emergencia, y pueden presentar bajos porcentajes finales de germinación (Killian *et al.* 1999). La relación entre la actividad respiratoria de una semilla durante las primeras horas de germinación y su estado de deterioro es difícil de establecer, pero se aprecia más claramente después

del desarrollo de la radícula (Pérez *et al.* 2003). Matthews (1980) al respecto señala que una rápida emergencia uniforme y un alto nivel de emergencia de las semillas, son un reflejo del vigor de las mismas, por otro lado, las diferencias en el vigor, es la causa de la nacencia heterogénea en campo.

Kulik y Yaklich (1982), consideraron a la prueba de emergencia en invernadero como un buen procedimiento para inferir acerca del comportamiento de las plántulas en el campo; además, indican que esta metodología proporciona un mejor ambiente natural para la germinación de la semilla que aquella realizada en toallas de papel.

La propagación mediante semillas, suele ser económico para la multiplicación de plantas, sin embargo una semilla con características como la *E. purpurea* (L.) Moench, que se siembre con nulo pretratamiento ya sea; estratificación, extractos vegetales, hormonas y escarificación. Se obtendrán seguramente bajos porcentajes de población en el lote de producción.

Bioreguladores

Soltani *et al.* (2006) hacen mención en que el éxito en las siembra es determinado en gran parte por las características tanto fisiológicas como bioquímicas de la semilla, así como su reacción al ambiente y la rapidez con la que utilice sus reservas para iniciar y sostener el crecimiento de la plántula.

Polina (1989) considera a las hormonas como sustancias orgánicas, sintetizadas en algún lugar del organismo y que actúan como un mensajero al ser transferidas de un lugar a

otro, en el cual a bajas concentraciones influyen sobre el fenómeno fisiológico específico.

El conjunto de reguladores que promueven una respuesta fisiológica, se ha clasificado principalmente en cuatro grupos, en los cuales se encuentran; auxinas, giberelinas, citoquininas y etileno mientras que el que actúa como antagonista es el ácido abscísico. Concretamente las giberelinas estimulan la elongación celular, de manera que la radícula pueda empujar a través del endospermo, la cubierta seminal o la cubierta del fruto que restringen su crecimiento (Salisbury y Ross, 1994).

Hartmann y Kester (1982), indican que las giberelinas (AG_3), son a las que se les ha dado un papel más directo en la germinación. Lo cual concuerda con Blanco (1992) quien considera a las giberelinas como las responsables del término del reposo de las semillas.

A esto Weaver (1996) explicó que las primeras etapas de germinación, las semillas absorben agua, ablandan las cubiertas y se hidrata el protoplasma, aumenta la actividad metabólica, incrementándose las actividades enzimáticas, las giberelinas desempeñan un papel importante en el aumento de las actividades metabólicas. Raven *et al.* (1991) puntualizan en que el ácido giberélico acelera la germinación de la semilla y de esta manera asegura la uniformidad en la producción. Las mejoras en los índices de germinación se incrementan con ayuda de bioreguladores, tomando en cuenta que el tamaño, así como la profundidad de siembra, son factores importantes a considerar antes de iniciar con el proceso de sembrado.

Profundidad de siembra

La calidad de la semilla esta aunada al éxito del establecimiento de las semillas al momento de ser sembradas, semillas con excelente vigor por lo general se desempeñan de forma óptima en su desarrollo desde el momento de su germinación, hasta la emergencia de la plántula. Sin embargo otros factores que son extrínsecos de la semilla, como la profundidad de siembra, pueden limitar la emergencia y por consecuencia el establecimiento de las semillas, esto se presenta frecuentemente en semillas pequeñas, que al ser sembradas a una profundidad inadecuada, el vigor es afectado significativamente.

La ISTA (1995), señala que el suelo, bajo condiciones de tensión, los lotes de alto vigor se establecen mejor que los de bajo vigor, aun cuando la germinación en laboratorio entre lotes sea similar. Al respecto Bishnoi *et al.* (2010) infieren que las prácticas de producción de *E. purpurea* (L) Moench, en los Estados Unidos son muy variables, los resultados que frecuentemente muestran, emergencia pobres de plántulas he índices de germinación inaceptables.

Limitaciones básicas en la incorporación de semillas en un lote de producción son, sitios con condiciones adecuadas y seguros para su establecimiento (Erickson y Ehrlen, 1992). Ángeles y Sakimoto (1999), dicen que en las investigaciones han demostrado que la supervivencia de plántulas es afectada por factores entre los que destacan; microtopografía, tipo de sustrato, disponibilidad de luz y la profundidad de siembra. En condiciones de campo, la habilidad para que emerja una plántula desde su semilla en suelo está afectada por la profundidad a la cual está enterrada, como respuesta a los

diferentes tipos de preparación del suelo (Roberts y Feast, 1972). Además la profundidad es una variable que en la siembra de semillas afecta la velocidad de emergencia de las plántulas así como su desarrollo y posteriormente la supervivencia (Belgacem *et al.*, 2006).

La *E. purpurea* (L.) Moench, es una especie que en los últimos años ha retomado importancia económica y social por sus bondades que brinda, siendo pocas las indagaciones sobre el uso de biorreguladores para su producción.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación fue realizado en condiciones de laboratorio he invernadero. El proceso de laboratorio se realizó, como bioensayo para diagnosticar la calidad presente en las semillas, dicha actividad se ejecutó en el laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) del Departamento de Fitomejoramiento. El trabajo de invernadero, se realizó en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, Saltillo, Coah., México. Ubicada entre las coordenadas geográficas 25° 22' latitud Norte y 103° 01' longitud Oeste y con una altitud de 1742 msnm. Con clima de acuerdo a la clasificación de Koopen modificado por García (1986), se encuentra clasificado como semiseco, semicálido, extremoso con un régimen de lluvias escasas todo el año, con una temperatura media anual de 17 °C y con una máxima de 38 °C y una mínima de 5 °C.

Los objetivos de la investigación fueron estudiar sobre el efecto de la profundidad de siembra óptima y uso de dosis de ácido giberélico, con los que se puedan obtener mejores índices de emergencia de ésta especie, por lo que se trabajo con cuatro profundidades diferentes de siembra (1, 2, 2.5 y 3 cm) y como coadyuvantes de la germinación, se utilizaron dosis de 500, 800 y 1000 ppm de ácido giberélico.

Material genético utilizado

Para este estudio se utilizaron semillas de *E. purpurea* (L.) Moench. Provenientes del estado de Oregón, Estados Unidos. Las cuales fueron cosechadas en el año 2009.

Manejo de la semilla

Se acondicionó utilizando un soplador “South Dakota”, eliminando el material inerte (hojas, tallos y semilla vanas) consideradas como impurezas y se tomó una muestra de 120 g de semilla.

Germinación en laboratorio (Bioensayo)

Con el propósito de conocer la calidad fisiológica de la semilla, se realizó un bioensayo bajo condiciones de laboratorio, para tal caso se embebieron las semillas por dos horas, en concentraciones de ácido giberélico (AG₃), en dosis de 500, 800 y 1000 ppm más un testigo, los cuales integraron los tratamientos, cada uno de éstos estuvo constituido por tres repeticiones y cada una de éstas con cincuenta unidades, posteriormente, las semillas fueron colocadas en cajas petrí provistas de papel filtro Whatman, humedecido con agua estéril.

Las variables evaluadas para determinar la calidad de las semillas fueron: capacidad de germinación (CG), índice de velocidad de germinación (IVG), longitud de plúmula (LP) y longitud de radícula (LR), las cuales son indicadores del vigor.

El testigo, fue designado T1, al cual solo se le añadió agua, los tratamientos T2, T3 y T4, se embebieron en concentraciones de 500, 800 y 1000 ppm respectivamente, por un lapso de dos horas, previas a la siembra.

Una vez colocadas las semillas en las cajas petrí, se llevaron a la cámara de germinación a una temperatura de 25 ± 1 °C de diferencia, por un lapso de 14 días. Tiempo en el que se evaluaron las diferentes variables. Posteriormente al bioensayo, se procedió a instalar el trabajo a nivel de invernadero.

Germinación en invernadero

Una vez conocida la calidad fisiológica de las semillas, se procedió a sembrarlas bajo condiciones de invernadero, para lo cual se sembraron a cuatro profundidades de siembra (1, 2, 2.5 y 3 cm) y tres dosis de ácido giberélico (500, 800 y 1000 ppm y un testigo). Se establecieron tres repeticiones de cien semillas por tratamiento.

La siembra se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades, utilizando como sustrato una combinación de peat moss y perlita en una proporción de 2:1. Las condiciones de invernadero fueron: temperatura de 25-30 °C, y la humedad relativa fue del 70-80%, aplicándose riegos cada tercer día, los datos se registraron diariamente por 21 días.

Variables evaluadas

Bioensayo (Laboratorio)

Capacidad de Germinación (CG)

Esta variable se obtuvo con el conteo al decimocuarto día, en los cuales se tomaron en cuenta a las plantas normales obtenidas hasta ese día, éstas se registraron y también se anotaron las semillas sin germinar (ISTA, 1996).

Índice de velocidad de germinación (IVG)

Para determinar esta variable se realizaron conteos en el cuarto, séptimo, décimo y decimocuarto día. Se consideró como semilla germinada, cuando ésta presentó una longitud de plúmula o radícula de 4-5 mm, utilizo una ecuación propuesta por Pill (1981), cuya ecuación se describe a continuación.

$$IVE = \sum (D_i - D_j)/i$$

Dónde:

IVE = Índice de velocidad de germinación.

D_i = Número de semillas germinadas al día i .

D_j = Número de semillas germinadas en el conteo desde la siembra.

I = Número de días al momento del conteo desde la siembra.

Longitud de la plúmula (LP)

En este parámetro, se midieron cinco plántulas al azar por repetición en cada tratamiento a evaluar, a los siete y catorce días de la siembra.

Longitud de radícula (LR)

La LR se evaluó, en cinco plántulas al azar, por repetición en cada tratamiento a evaluar a los siete y catorce días pos-siembra respectivamente.

Invernadero

Capacidad de emergencia (CE)

Esta variable se obtuvo contando las plántulas emergidas con más de cuatro mm sobre la superficie del suelo en cada repetición, registrándose a los veintiún días y reportándose en porcentaje de emergencia.

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Los datos para esta variable se obtuvieron al realizar conteos diarios de las plántulas emergidas, considerando aquellas que sobresalieron de cinco y seis mm sobre la superficie del suelo. Para analizar los datos obtenidos, se utilizó la fórmula de (Maguire, 1962).

$$IVE = \sum \text{No P/d} + \dots + \text{No P/d}$$

Donde:

IVE=Índice de Velocidad de Emergencia

No P=Número de Plántulas Emergidas

d=días después de la siembra

Longitud de la plúmula (LP)

Se estimó, evaluando a cinco plántulas seleccionadas al azar de las repeticiones de cada tratamiento, al vigésimo primer día de la siembra, cuyas longitudes se reportaron en milímetros.

Longitud de la radícula (LR)

Esta se midió en cinco plantas al azar por repetición en cada tratamiento, evaluadas a los 21 días post-siembra.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. En lo que respecta a invernadero, el efecto de los tratamientos se dividió en dos, quedando como

un diseño factorial completamente al azar. El análisis de los datos se realizó con el paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 (Olivares, 1994).

Modelo estadístico

El modelo lineal que se utilizó fue el siguiente:

$$\underline{Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}}$$

Donde:

Y_{ij} = variable observada

μ = media general

T_i = efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

$i = 1, 2, \dots n$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots n$ repeticiones

El análisis en invernadero, se efectuó mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con dos niveles, el cual se describe como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + (P_i + C_i + P_i * C_i) + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable observada.

μ = Media general.

P_i = Efecto de la profundidad.

C_i = Efecto de la concentración de ácido giberélico.

$P_i * C_i$ = Efecto de la interacción de la profundidad con la concentración de ácido giberélico.

E_{ij} = error experimental.

$i = 1, 2, \dots, n$ tratamientos.

$j = 1, 2, \dots, n$ repeticiones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la información obtenida, se encontró que el efecto de profundidad de siembra y uso de bioreguladores tuvieron efectos sobre la semilla de *E. purpurea* (L.) Moench, favoreciendo la germinación y emergencia, estimulando la elongación de plúmula y radícula, según el análisis estadístico realizado, es importante mencionar que en lo que se refiere a calidad de la semilla de *Echinacea. purpurea* (L.) Moench, se hizo un bioensayo previo.

Bioensayo (Laboratorio)

Los resultados del Bioensayo (Cuadro 1), muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$), y señalan el estado fisiológico de la semilla de *E. purpurea* (L.) Moench, de acuerdo con la prueba de Tukey.

Cuadro 1. Calidad de semillas de *E. purpurea* (L.) Moench, tratadas por dos horas con ácido giberélico (AG₃), en dosis de 500, 800 y 1000 ppm más un testigo.

Tratamientos	CG	IVG	LP	LR
AG ₃ (ppm)	NS= (0.001) Tukey = 5.58	NS= (0.01) Tukey = 0.29	NS= (0.001) Tukey = 1.63	NS= (0.01) Tukey = 0.29
T1 (0)	76.22 c	2.90 b	9.33 b	10 b
T2 (500)	79.56 bc	3.07 b	15.67 a	18 a
T3 (800)	84.67 b	3.09 b	17.00 a	16.33 a
T4 (1000)	93.11 a	3.45 a	15.67 a	16.67 a

AG₃=Ácido giberélico, NS=Nivel de Significancia, CG=Capacidad de germinación, IVG=Índice de velocidad de germinación, LP=Longitud de plúmula, LR=Longitud de radícula, ppm=Partes por millón. Medias con misma literal, son estadísticamente iguales.

Se nota el efecto sinérgico del ácido giberélico (AG_3) sobre la semilla en la manifestación del vigor en los diferentes tratamientos, el T1 reportó valores inferiores a comparación de los demás tratamientos, en todas las variables. El T4 con 93.11 %, superó a los demás tratamientos, en CG. Con 3.45 plantas por día, el T4 se colocó dentro del primer nivel de agrupamiento. La mejor reacción al AG_3 en la LP la obtuvo el T3 con 17 mm, mientras que para la LR el T2 con 18 mm superó a los demás tratamientos.

Invernadero

Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$), entre tratamientos (Cuadro 2), destacando que la profundidad de siembra, tiene efecto en la emergencia de la semilla, así mismo el ácido giberélico, influyó en los parámetros evaluados.

El vigor se manifestó en las semillas sembradas a diferentes profundidades ya que fueron expuestas a las diferentes concentraciones de ácido giberélico y en todas las variables valuadas mostraron diferencias aún cuando se trataba de una misma profundidad y dosis de ácido giberélico.

Por lo que el vigor, es un componente de la calidad de la semilla ya que al conocer este, puede ayudar a predecir el comportamiento de un lote, de semillas cuando las condiciones ambientales no favorecen del todo en la germinación y emergencia de plántulas.

Cuadro 2. Comparación de medias del efecto de profundidad de siembra y ácido giberélico en semilla de *Echinacea purpurea* (L.) Moench, bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Capacidad de Emergencia (%)	Índice de Velocidad de Emergencia (p/d)	Longitud de Plúmula (mm)	Longitud de Radícula (mm)
(AG ₃ + Profundidad)	Tukey=2.77 NS=0.5	Tukey=0.99 NS=0.5	Tukey=1.84 NS=0.5	Tukey=1.07 NS=0.5
T1 (1000 ppm)	61.50 b	6.50 b	12.42 b	6.83 b
T2 (800 ppm)	68.33 a	7.42 a	15.25 a	9.75 a
T3 500 ppm)	59.42 b	5.67 b	12.00 b	5.75 b
T4 (Testigo)	41.91 c	2.92 c	7.25 c	4.92 c
Profundidad				
P1 (1cm)	63.00 a	6.08 b	16.17 a	8.17 b
P2 (2cm)	64.17 a	8.08 a	12.75 b	7.42 a
P3 (2.5 cm)	54.08 b	4.67 c	9.58 c	6.25 b
P4 (3 cm)	49.92 c	3.67 d	8.42 c	5.42 b
Interacción	Tukey=5.53 NS=0.5	Tukey=1.08 NS=0.5	Tukey=3.69 NS=0.5	Tukey=2.14 NS=0.5
T1+P1	68.00 a	7.00 b	17.33 a	9.34 a
T1+P2	73.00 a	9.33 a	14.00 ab	7.33 ab
T1+P3	55.00 b	5.33 bc	10.33 bc	6.00 bc
T1+P4	50.00 b	4.33 c	8.00 c	4.67 c
T2+P1	70.67 ab	8.00 b	21.33 a	10.33 a
T2+P2	76.00 a	11.00 a	16.00 b	11.34 a
T2+P3	65.67 bc	6.00 c	12.33 bc	9.67 ab
T2+P4	61.00 c	4.67 c	11.33 c	7.60 b
T3+P1	66.33 a	6.33 ab	17.33 a	7.30 a
T3+P2	63.00 a	8.00 a	13.66 a	6.00 ab
T3+P3	55.67 b	4.67 bc	9.33 b	5.00 b
T3+P4	52.67 b	3.67 c	7.66 b	4.66 b
T4+P1	47.00 a	3.00 a	8.67 a	5.67 a
T4+P2	44.67 ab	4.00 ab	7.33 a	5.00 a
T4+P3	40.00 bc	2.67 ab	6.67 a	4.33 a
T4+P4	36.00 c	2.00 b	7.25 a	4.67 a

NS=Nivel de Significancia, AG₃=Ácido giberélico, %=Por ciento, p/d=Planta por día, mm=Milímetros. Medias con misma literal, son estadísticamente iguales.

Parámetros de vigor

Capacidad de Emergencia (CE)

Se encontraron diferencias significativas en la interacción de factores ($P \leq 0.05$) (Cuadro 3). El ácido giberélico en concentraciones de 1000 y 800 ppm incrementaron el porcentaje de emergencia, en semillas sembradas a 1 y 2 cm, con 73 y 76 % respectivamente, por lo que se refiere a la concentración de 500 ppm mostró incrementos de 63 y 18.33 % mayor que el testigo (Cuadro 2). Esto coincide con lo encontrado por Febles (1975) ya que en estudio de gramíneas que realizó, hace hincapié en que la profundidad de siembra, juega un papel determinante en el establecimiento y desarrollo de un cultivo y que en el caso de semillas pequeñas, las profundidades adecuadas deberán tener entre 1.5 y 2 cm.

El ácido giberélico coadyuvó a la emergencia de plántulas, dicho efecto se observa al comparar los resultados con el testigo, tal como se muestra en la correlación realizada a esta variable (Figura 1).

Cuadro 3. ANVA de la Capacidad de Emergencia de semillas de *E. purpurea* (L.) Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	F
Factor A (AG ₃)	3	4554.43	1518.14	242.89 NS
Factor B (Profundidad (cm))	3	1722.43	574.14	91.86 NS
Interacción	9	277.07	30.79	4.93 *
Error	32	200.02	6.25	
Total	47	6753.93		
C.V (%)	4.33			

FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, Cuadrados medios, F= Parámetro de Ffisher observado, NS= No significativo, *= nivel de significancia al 0.05 %, AG₃= Ácido giberélico, C.V.= Coeficiente de variación, %=Por ciento, cm= Centímetro

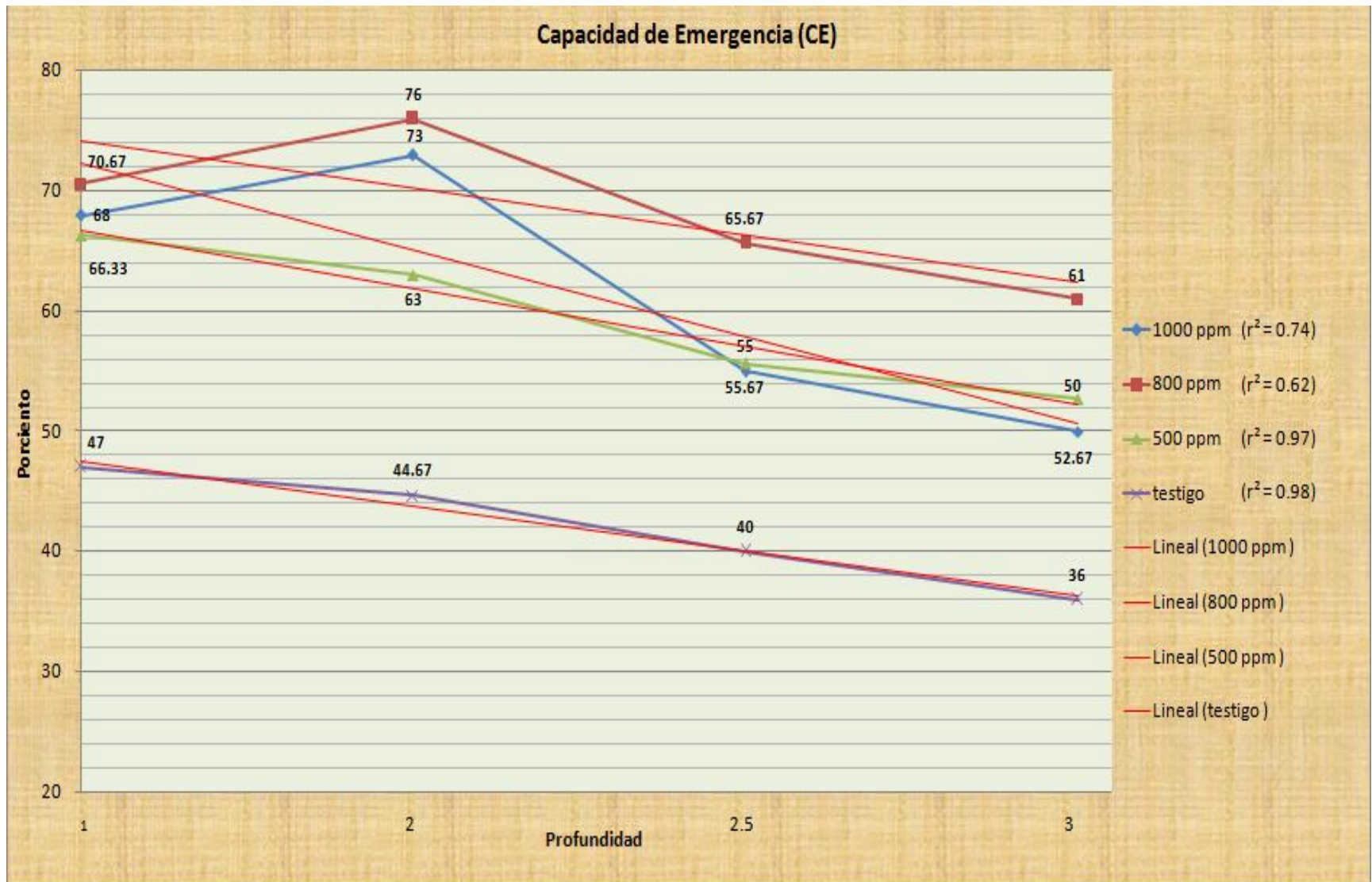


Figura 1. Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en la capacidad emergencia en la semilla de *Echinacea purpurea* (L.) Moench.

Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)

Ésta variable mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en la interacción de factores (Cuadro 4), y al observar la comparación de medias (Cuadro 2), el IVE fue superior en las profundidades de 1 y 2 cm, respectivamente, con las concentraciones de 1000 y 800 ppm de AG_3 , con valores de 9.33 y 11 plantas por día, el testigo se comportó por debajo de los tratamientos de AG_3 , con cuatro plantas por día (Figura 2), con el que no superó a la media global. Dichos resultados concuerdan con Manjarrez (1996) que utilizando diferentes dosis de ácido giberélico, en *zacate Buffel*, los resultados estuvieron por encima del testigo. A diferencia de Guadarrama (2009), quien al usar ácido giberélico en *zacate guinea*, no encontró diferencia significativa entre tratamientos en ésta variable. Las semillas sometidas a tratamiento con AG_3 , fueron capaces de interactuar benéficamente con factores como; oxígeno, humedad, temperatura y luz, según los valores de correlación obtenidos en el estudio (Figura 2), esto concuerda, con lo estipulado por Hartman y Kester (1982) indicaron a las giberelinas (AG_3), como las hormonas involucradas directamente con la germinación.

Cuadro 4. ANVA del Índice de Velocidad de Emergencia de semillas de *E. purpurea* (L.) Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	F
Factor A (AG_3)	3	135.75	45.25	67.86 NS
Factor B (Profundidad (cm))	3	132.09	44.03	66.04 NS
Interacción	9	18.08	2.01	3.02 *
Error	32	21.33	0.067	
Total	47	307.25		
C.V (%)	14.52			

FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, Cuadrados medios, F= Parámetro de Ffisher observado, NS= No significativo, *= nivel de significancia al 0.05 %, AG_3 = Ácido giberélico, C.V.= Coeficiente de variación, %=Por ciento, cm= Centímetro

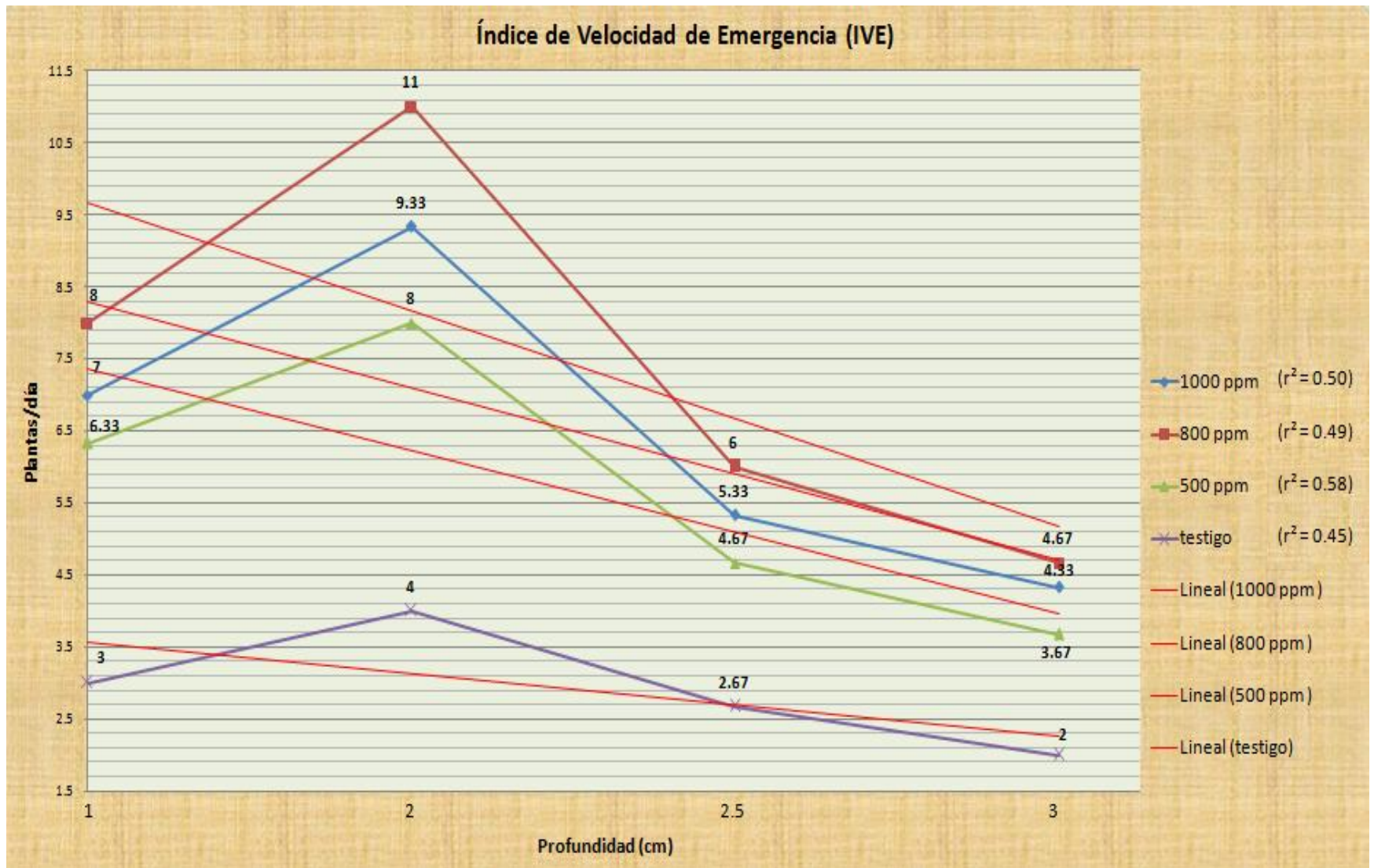


Figura 2. Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en el Índice de Velocidad de Emergencia en la semilla de *Echinacea purpurea* (L) Moench.

Longitud de Plúmula (LP)

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la interacción de factores (Cuadro 5), y al realizar la comparación de medias con la prueba Tukey (Cuadro 2), en el que se copilaron los resultados, para determinar los mejores tratamientos.

Cuadro 5. ANVA de la Longitud de Plúmula de semillas de *E. purpurea* (L.) Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	F
Factor A (AG ₃)	3	396.07	132.02	47.65 NS
Factor B (Profundidad (cm))	3	435.73	145.24	52.42 NS
Interacción	9	81.02	9.01	3.25 *
Error	32	88.67	2.78	
Total	47	1001.48		
C.V (%)	14.19			

FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, Cuadrados medios, F= Parámetro de Fisher observado, NS= No significativo, *= nivel de significancia al 0.05 %, AG₃= Ácido giberélico, C.V.= Coeficiente de variación, %=Porcentaje, cm= Centímetro

El tratamiento de 800 ppm de AG₃ con 21.33 mm, superó con 4 mm a semillas que estuvieron embebidas en concentraciones de 100 y 500 ppm respectivamente, cuando la profundidad de siembra correspondió a 1cm. El testigo, con 8.67 mm, también presentó un valor alto cuando la semilla se sembró a 1 cm, no así cuando ésta se sembró al resto de profundidades. Resultados similares reportan Bolich y Dunand (1999), quienes observaron que al aplicar ácido giberélico se incrementó la LP en semillas de arroz. Al respecto Guadarrama (2009), sólo encontró incrementos en LP cuando las semillas de pasto Insurgente y Mulato, fueron sembradas a 1.5 y 2.5 cm, sin que se mostrara el efecto del AG₃. La correlación realizada (Figura 3), muestra el efecto del AG₃ y profundidad de siembra, marcando una tendencia negativa conforme más profunda era la siembra.

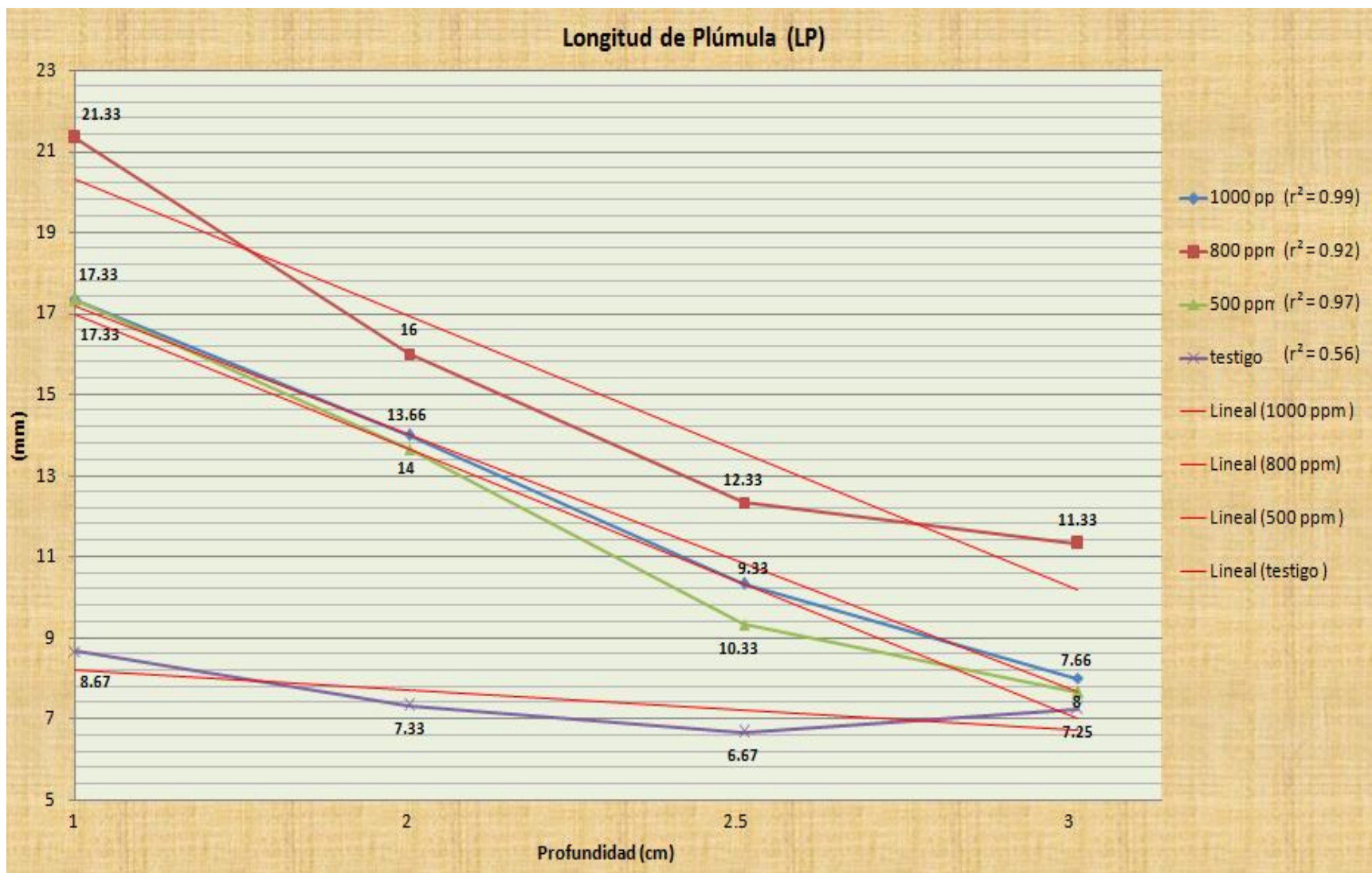


Figura 3. Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en el Índice de Velocidad de Emergencia en la semilla de *Echinacea purpurea* (L.) Moench.

Longitud de Radícula (LR)

En el parámetro de LR se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la interacción de factores (Cuadro 6), los mejores tratamientos se clasificaron según los resultados de la prueba Tukey en la comparación de medias (Cuadro 2).

Cuadro 6. ANVA de la Longitud de Radícula de semillas de *E. purpurea* (L.)

Moench, sembradas a diferentes profundidades de siembra con ácido giberélico, bajo condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	F
Factor A (AG ₃)	3	160.23	53.41	56.97 NS
Factor B (Profundidad (cm))	3	53.57	17.86	19.04 NS
Interacción	9	19.52	2.17	2.32 *
Error	32	30.01	0.94	
Total	47	263.32		
C.V (%)	14.21			

FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, Cuadrados medios, F= Parámetro de Ffisher observado, NS= No significativo, *= nivel de significancia al 0.05 %, AG₃= Ácido giberélico, C.V.= Coeficiente de variación, %=Porcentaje, cm= Centímetro

En semillas tratadas con 800 ppm de AG₃, las profundidades de siembra de 1 y 2 cm mostraron mejor respuesta en LR con 10.33 y 11.34 mm, respectivamente, superando estos valores a los demás tratamientos. Resultados similares reportó Guadarrama (2009), quien al trabajar con diferentes profundidades de siembra, la concentración de 800 ppm de AG₃ produjo mejores resultados en zacate Rhodes, Insurgente y Guinea. El testigo se mantuvo en un rango de 5.67 a 4.33 mm, sin que superara al tratamiento con 500 ppm de AG₃. Los valores más altos se encontraron en las profundidades menores de 2 cm (Figura 4), en la LP entre más grande sea la radícula, mayores serán las posibilidades de que el cultivo se establezca.

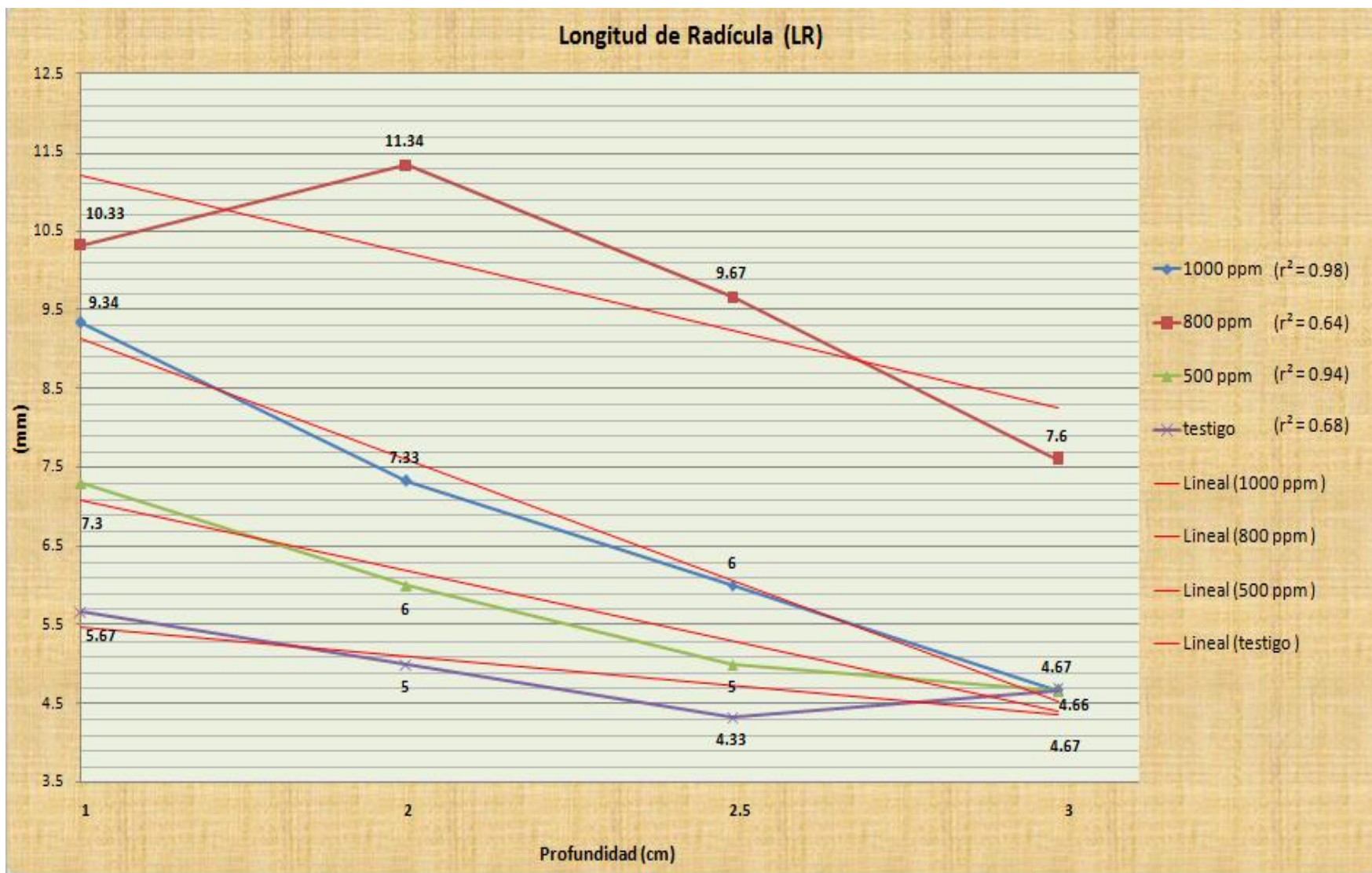


Figura 4. Resultado final del efecto del Ácido Giberélico y Profundidad de siembra en la Longitud de Radícula de la semilla de *Echinacea purpurea* (L.) Moench.

V. CONCLUSIONES

La profundidad de siembra tuvo un efecto en el vigor de la semilla según los resultados encontrados en las variables evaluadas, en las etapas (Bioensayo (laboratorio) e Invernadero) de este estudio. Para mejorar la emergencia de semilla en *E. purpurea* (L.) Moench, se debe sembrar a dos centímetros de profundidad ya que es donde esta especie encuentra la temperatura y humedad óptima para el desarrollo fisiológico. Por lo que hay una estrecha relación entre profundidad y velocidad de emergencia, cuanto más profunda se siembre las semillas menor será la velocidad de emergencia y probablemente la semilla no logre establecerse.

La concentración de AG₃, para el establecimiento de una producción de *E. purpurea* (L.) Moench, debe ser 800 ppm. Esta dosis presentó mejores resultados en los parámetros evaluados en la investigación. Con este estudio se demuestra el efecto del ácido giberélico, incrementando los porcentajes de germinación y la velocidad de emergencia, así como la elongación de la plúmula y del sistema radicular, según la comparación de los resultados de bioensayo y invernadero. Sembrar semillas de esta especie, sin algún promotor de crecimiento como el AG₃ traerá como consecuencia una pobre población dentro del lote de producción.

RESUMEN

La investigación fue realizada en condiciones de laboratorio he invernadero. El proceso de laboratorio se realizó, como bioensayo para diagnosticar la calidad presente en las semillas. El estudio se llevo a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, Saltillo, Coah., México. Ubicada entre las coordenadas geográficas 25° 22' latitud Norte y 103° 01' longitud Oeste y con una altitud de 1742 msnm. Se utilizaron semillas del género *Echinacea*, los tratamientos utilizados fueron cuatro profundidades diferentes de siembra (1, 2, 2.5 y 3 cm) y como coadyuvantes de la germinación, se utilizaron dosis de ácido giberélico en diferentes proporciones (500, 800 y 1000 ppm). Las variables evaluadas en el bioensayo fueron: Capacidad de germinación (CG), Índice de velocidad de germinación (IVG), Longitud de plúmula (LP) y Longitud de radícula (LR). En invernadero las profundidades estudiadas fueron: 1, 2, 2.5 y 3 cm, las variables evaluadas fueron: Capacidad de emergencia (CE), Índice de velocidad de germinación (IVE), Longitud de plúmula (LP) y Longitud de radícula (LR). La información fue analizada bajo un diseño completamente al azar, con arreglo factorial con tres repeticiones, mediante el paquete estadístico FAUANL versión 2.5 y la prueba Tukey para la comparación de medias. Los resultados del bioensayo indican una diferencia significativa entre tratamientos debido al efecto del ácido giberélico. En invernadero, se encontraron diferencias significativas al analizar la interacción de profundidad y ácido giberélico, sobre semillas de *E. purpurea* (L.) Moench.

VI. LITERATURA CITADA

- Ángeles P., G. y M Sakimoto. 1999. Emergence-disappearance processes and mortality factors of current-year seedlings of *Abies firma* (Siebold et Zucc.) in a natural *Abies tsuga* (Sieb. et Zucc.) forest. *Wakayama Forest Research Kyoto* 71:27-33.
- Anetzhofer, J. 1993. Application of "Echinacea compositum veterinary" in the treatment of infectious diseases. *Biologische - Tiermedizin*. 46 – 60 p.
- Araya E., L. Gómez, N. Hidalgo y R. Valverde. 2000. Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación *in vitro* de Jaul ((*Alnus acuminata*) Kunth). *Agronomía Costarricense* 24(1):75-80.
- Barquero A. A. 2007. Plantas sanadoras: Pasado, presente y futuro. *Química viva*. Agosto. Año 2. Vol. 6. Universidad de Buenos Aires, Argentina, Buenos Aires. p. 31.
- Barros, W. M. 2003. Pruebas de vigor en semillas de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) y su correlación con la emergencia. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Dpto. de Ciencias Vegetales.
- Belgacem A. O., M. Neffati, V. P. Papanastasis y M. Chaieb. 2006. Effects of seed age and seeding depth on growth of *Stipa lagascae* R. & Sch seedlings *J. Arid. Environ.* 65: 682-687.

- Bishnoi, U. R., Willis J. E., and Mentreddy, S R. 2010. Methods to improve seed germination of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). Department of Natural Resources and Environmental Sciences, Alabama A & M University, Normal, AL. USA: 1 (3): 185-188.
- Blanco M., V. 1992. Uso de Ga₃ para promover la germinación en semillas de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 22.
- Bolich, P. and R. Dunand. 1999. Gibberellic acid use in stale seed bed rice production. In: J., Hook (Ed), Proceeding of 22nd Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture. Tifton, G.A. 6-8 July 1999. Georgia, Agriculture Experiment Station Special Publication 95. Athens, GA. 1-6 p.
- Copeland, L. O., y M. B. McDonlad. 2001. Principles of seed science and technology. (4th ed.). Kluwer Academic Publishers. USA. 488 pp.
- Erickson, O. y J. Ehrlén. 1992. Seed and micro site limitation of recruitment in plant populations. *Oecología* 91:360-364.
- Febles, G. 1975. Factores que afectan la germinación, factores ocurrentes en el momento o después de siembra, *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 9:197-207.
- García de M.E. 1986. *Climatología*. 5 ed. UNAM. México. p.155.
- Gastiazoro, T. 2000. *Fenología Agrícola*. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.C. Argentina.
- Mundarain, S., Coa M. y Cañizares, A. 2005. Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de Ají dulce (*Capsicum frutescens*, L.). *Revista UDO Agrícola*. 5(1)62:67.

- Guadarrama E. A. 2009. Efecto de la profundidad de siembra y uso de biorreguladores en la emergencia de cinco especies de gramíneas forrajeras. Tesis de M.P. Tec. De Granos y Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 95 p.
- Hampton J., G. and P. Coolbear. 1990. Potential versus actual seed performance-can vigour testing provide an answer. *Seed Sci. and Technol.* 18:215-228.
- Hartmann, H. y D. Kester. 1982. Propagación de plantas, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México D.F. p 760.
- Hernández L., A. y A. Carballo C. 1997. Pruebas de germinación y vigor en semillas de maíz de diferentes áreas de adaptación. *Agrociencia* 31 (4):397-403.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. and Tech.* 4: 1-177. The Netherlands.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1995. Rules. Seed of vigor test methods. 2nd. ed. Zurich. p. 117.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing, 1996. *Seed Science and Technology* 21: supplement, 1B288.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1999. International Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology*, 27: supplement, 333.
- Killian S., I. Paz, y A. M Tapia. 1999. Efecto de la escarificación y la preincubación en sales de K sobre la evolución del CO₂, la germinación y la emergencia en *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz. IIº Biología del suelo. Fijación biológica del nitrógeno. Catamarca. Argentina: 139-141.

- Kulik M., M. and R. W. Yaklich. 1982. Evaluation of vigor test in soybean seeds: Relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination test to field performance. *Crop Sci.* 22: 341-345. USA.
- Manjarrez, S.M. 1996. La escarificación de semillas como medio de romper latencia en especies de gramíneas forrajeras tropicales, Tesis de Maestría en Ciencias. Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 95 p.
- Maguire J., D. 1962. Speed of germination: Aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. *Crop Science.* Vol 2. 176-177. USA.
- Matthews S. 1980. Controlled deterioration; A new vigor test for crops seeds. In: P.D. Hebblethwaite (eds). *Seed Production.* London; Butterworths. pp. 467-660.
- McDonald M., B. 1980. Assessment of seed quality. *HortScience.* 15(6):784-788.
- McDonald M., B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair, and assessment. *Seed science and Technology* 27:177-237.
- McDonald, M. B. 2002. Standardization of Seed Vigor Test. p 200 – 208. In: McDonlad, M.B., y S. Contreras (ed). *Seeds: Trade, Production and Technology.* Proceedings International Seed Seminar. Colección de Extensión. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 15 – 16 Octubre. Santiago. Chile.
- Molina T., J. y García C., A. 2001. Alcamidas en plantas: Distribución e Importación. *Avances y Perspectivas.* Vol.20 p. 381.
- Moreno M., E. 1996. *Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas.* 3ª Ed. Instituto de Biología, UNAM. México. 393 p.

- Moreno M., E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 1ª ed. Edit. Instituto de Biología. UNAM. D.F. México. 222 p.
- Olivares S. E. 1994. Paquete de diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. UANL, Marín, N.L, México.
- Pérez A., B. C, H., V. A. González, C., M. A. Mendoza y D., M. L. Ortega. 2003. Marcadores fisiológicos de la tolerancia al envejecimiento de semilla en maíz. *Agrociencia* 37: 371-381.
- Perry, D. A. 1981. Methodology and application of vigor test. In: Handbook of vigor test methods. D.A. Perry (ed.). International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland. p. 3-7.
- Pill W., G. 1981. Fluid sowing of tomato seed influence of phosphorus addition to five gels. *Journal of Seed Technology* 6:38-49. USA.
- Polina M., F. J. 1989. Efecto de acondicionamiento osmótico y las giberelinas sobre semillas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) cv. Tampiqueño. Tesis UANL. México. 74 p.
- Raven H., P., F., R. Evert y E., S. Eichhorn. 1991. Biología de las plantas. 1ª ed. Edit. Reverté, S. A. Barcelona. España. 475 p.
- Roberts, H. and P. Feast. 1972. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil, *Weed Res.* 12:316-324.
- Salisbury B., F. y W., C. Ross. 1994. Fisiología vegetal. 1ª ed. Edit. Grupo Editorial Iberoamericana. D.F, México. 415 p.

- Starman T., T. Cerny y A. MacKenzie. 1995. La productividad y la rentabilidad de algunas flores cultivadas en el campo de especialidad. HortScience 30 (6):1217-1220.
- Soltani A., M., J. Robertson, B. Torabi, M. Yousefi-Daz y R. Sarparast. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agricultural and Forest Meteorology 138: 156–167.
- Spears J. 1998. Vigor survey summary. The Seed Technologist Newsletter, Lincoln, Vol. 72, n (3) 59-61 p.
- Weaver R.J. 1996. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. 622 p.