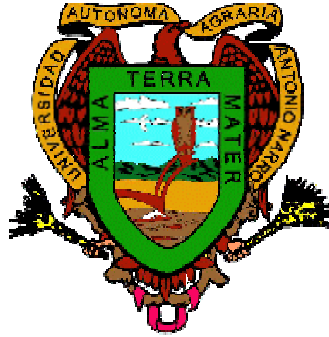


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



Efecto de AlgaEnzims^{MR} y ácido giberélico (AG₃) en la germinación de semilla de chile ancho criollo (*capsicum annum L.*)

POR:

LÁZARO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para
Obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Febrero, 2006.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Efecto de AlgaEnzims^{MR} y ácido giberélico (AG₃) en la germinación de semilla de
chile ancho criollo (*Capsicum annuum* L.)**

Por:

Lázaro Hernández Hernández

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para
obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Aprobada por:

**Dra. Norma Angélica Ruiz Torres
Presidente del Jurado**

**Ing. Benito Canales López
Sinodal**

**Ing. José Ángel de la Cruz Bretón
Sinodal**

**M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega
Sinodal**

**M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Febrero del 2006

DEDICATORIA

A mis padres:

Diego Hernández Díaz
Pascuala Hernández Gómez

Con profundo cariño, amor y respeto, porque sus sabios consejos me guiaron por el camino del bien y por darme la oportunidad de estudiar que para mí representa la mejor herencia que he recibido, mil gracias papás.

A mis hermanos (as):

M. Asunción, Balvina, Victoria, Juan D., Luis M.

Con cariño y gratitud porque forman parte importante en mi vida, porque de una u otra manera siempre me brindaron su amor y apoyo. Los quiero mucho y les deseo lo mejor de la vida.

A la memoria de mis abuelitos:

Miguel Hernández González (+)
Magdalena Díaz Pérez (+)

Por darme a unos maravillosos padres que Dios los bendiga siempre.

A mis compañeros:

A todos mis compañeros de la generación C, especialmente a mis colegas Ricardo, Concepción, Andrés, Mario Alberto, entre otros que siempre brindaron sus amistades desinteresada que es lo más valioso del mundo.

A mi “ALMA MATER”:

Por haberme dado la oportunidad para mi formación profesional que es uno de mis anhelos.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**: Por darme el don de la vida y por haberme permitido llegar a culminar uno de mis deseos.

Al **ing. Benito Canales López** por el apoyo entusiasmo que me brindó durante la realización de este trabajo.

A la **Dra. Norma Angélica Ruiz Torres** por permitirme realizar este trabajo de investigación y por su amable dedicación para culminar dicho trabajo.

A la **laboratorista T. Q. L. Sandra Luz García Valdez** por su apoyo proporcionado durante la evaluación de las plántulas en el laboratorio.

A todos los **maestros** que me ilustraron con sus conocimientos, al igual que a todas aquellas personas que de una u otra forma participaron durante mi formación que serán muy importantes en mi desarrollo profesional.

En general a todas aquellas personas que contribuyeron en mi realización profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE GRÁFICAS	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen del cultivo.....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Características botánicas.....	5
Raíz.....	6
Tallo.....	6
Hojas.....	6
Flores.....	6
Fruto.....	7
Semillas.....	7
Concepto de semilla.....	8
Germinación.....	8
Factores que inhiben o retardan la germinación.....	11
Latencia.....	11
Deterioro.....	12
Descripción del producto AlgaEnzims ^{MR}	14

Como actúa el producto AlgaEnzims ^{MR}	14
Las algas utilizadas en la agricultura.....	15
Efecto de las algas en las plantas.....	15
Composición química de las algas.....	17
Ventajas del producto AlgaEnzims ^{MR}	18
Reguladores del crecimiento.....	19
Giberelinas.....	20
Efectos fisiológicos.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Localización del experimento.....	22
Material vegetativo.....	22
Descripción del experimento.....	22
Diseño experimental.....	24
Modelo estadístico.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
Primer conteo.....	26
Plántulas normales.....	27
Plántulas anormales.....	28
Semillas muertas.....	28
Longitud de plúmula.....	29
Longitud de la radícula.....	30
Peso fresco.....	31
Peso seco.....	32
CONCLUSIONES.....	33
LITERATURA CITADA.....	34
APÉNDICE.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	Pag.
1	Composición en por ciento del producto AlgaEnzims ^{MR}	17
2	Composición química del producto AlgaEnzims ^{MR}	18
3	Descripción de tratamientos evaluados en laboratorio.....	24
4	Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluados en el ensayo de germinación estándar.....	25
5	Cuadrados medios del análisis de varianza para variables de longitud de plúmula y longitud de radícula.....	25
6	Comparación de medias en por ciento para variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	26
7	Comparación de medias para longitud de plúmula y longitud de radícula.....	29
8	Comparación de medias para peso fresco y peso seco.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA	DESCRIPCIÓN	Pag.
1	Medias para primer conteo evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	38
2	Medias para plántulas normales evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	38
3	Medias para plántulas anormales evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	39
4	Medias para semillas muertas evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	39
5	Medias para longitud de plúmula evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	40
6	Medias para longitud de radícula evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	40
7	Medias para peso fresco evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	41
8	Medias para peso seco evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	41

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el efecto de los productos AlgaEnzims^{MR} líquido y en polvo y el ácido giberélico (AG₃) en la germinación de semillas de chile ancho criollo.

Se establecieron bajo condiciones controladas (laboratorio) 15 tratamientos más un testigo (agua), con cuatro repeticiones, en un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas en este trabajo fueron primer conteo (vigor), plántulas normales, plántulas anormales, semillas muertas, longitud de plúmula, longitud de radícula, peso fresco y peso seco de la plántula.

Los resultados obtenidos mostraron que el producto AlgaEnzims^{MR} polvo incrementó en 7% la capacidad germinativa, con respecto al testigo. Asimismo, mejoró la longitud de radícula. Mayor longitud de plúmula se observó con AG₃ a 100 ppm por 2h.

En relación a la variable peso seco, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

Los resultados obtenidos indican que el producto AlgaEnzims^{MR} polvo, es una alternativa para mejorar el por ciento de germinación en semillas de chile ancho criollo, así como para obtener plántulas con mayor longitud de radícula, lo cual se puede considerar como un indicador de vigor.

Un sistema radicular desarrollado es importante en sitios donde el agua es escasa, como lo es en siembras de temporal.

INTRODUCCIÓN

El chile en México se considera uno de los cultivos más importantes y el de mayor consumo popular, esencialmente en estado fresco, aunque también se consume procesado (Valadéz, 1998). De la gran diversidad de especies de explotación comercial de chile ancho se cultivan más de 20 mil hectáreas, bajo condiciones de riego y con el sistema de transplante de plántulas producidas en invernadero y en almácigos (Wattsagro, 1999; citado por Vázquez, 2000). Son varios los estados que participan en la producción de chile ancho, tales como Sinaloa, Guanajuato, Zacatecas, San Luis Potosí, Baja California, y otros en menor escala.

En México existe una gran diversidad de chiles de diferentes tipos en cuanto a forma, sabor, color, tamaño y pungencia (Valadéz, 1998). Las variedades picantes tienen una gran aceptación y demanda en el mercado nacional, en tanto que las variedades dulces son utilizados para el mercado de exportación.

La semilla de chile tiene como característica la presencia de ceras en la testa, lo cual ocasiona que sea impermeable e impida el paso del agua y oxígeno, necesarios para activar el embrión (Rojas, 1982).

Otro de los problemas que se presenta en algunas semillas es de que el embrión no se ha desarrollado por completo, por lo que la semilla puede estar latente por un tiempo a causa de la inmadurez (Bibwell, 2002).

La emergencia temprana y el crecimiento rápido de plántulas vigorosas tienen ventajas considerables, pues permitirán evadir riesgos tales como enfermedades, daños por insectos, condiciones ecológicas adversas, etc. Tratar las semillas con soluciones que contengan biorreguladores, hará que a menudo se acelere la germinación.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la acción de los productos AlgaEnzims^{MR} (polvo y líquido) y Ácido Giberélico (AG₃), como alternativas para mejorar el por ciento de germinación en semillas de chile ancho criollo, dirigiendo su aplicación a productores.

OBJETIVOS

- Determinar el efecto de los productos AlgaEnzims^{MR} líquido, AlgaEnzims^{MR} polvo y AG₃ en la germinación de semillas de chile ancho criollo.
- Determinar para cada producto la mejor dosis de aplicación.

HIPÓTESIS.

- Con la aplicación de AlgaEnzims^{MR} se obtendrá una mayor capacidad germinativa y plántulas con raíz más vigorosa.
- Al menos una dosis de cada tratamiento tendrá mejores resultados de germinación, reflejándose en mayor vigor (mayor peso seco, longitud de plúmula y radícula).

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del cultivo

El género *Capsicum* es originario de América del sur (de los Andes y de la cuenca alta de Amazonas-Perú, Bolivia, Argentina y Brasil), aclimatándose en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles (Valadéz, 1998).

Después del descubrimiento de América todas estas especies, principalmente (*Capsicum annuum*), han sido llevadas a distintas partes del mundo y rápidamente han pasado a ser la principal especia o condimento de comidas típicas de muchos países, por lo que su cultivo se encuentra ampliamente distribuido, siendo China, México y Turquía los principales productores en el ámbito mundial con 12 028 000 t, 1 853 610 t y 1 760 000 t, respectivamente (Pozo Campodónico, 2005).

El chile a diferencia de otras plantas comestibles provenientes de América que tardaron décadas en ser aceptadas por los Europeos, tuvo una rápida difusión mundial luego de su llegada a España. Las plantas de *Capsicum* americanas se conocieron en la península Ibérica al retorno del primer viaje de Colón, en 1493 (Cano, 1994).

Clasificación taxonómica

Janick (1985) clasificó al chile de la siguiente manera:

Reino: Vegetal.

División: Tracheophyta.

Subdivisión: Pteropsida.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae.

Orden: Solanaceae.

Familia: Solanaceae.

Género: *Capsicum*.

Especie: *annuum*.

Características botánicas

Dentro del tipo de chile ancho existe una variabilidad en cuanto a características como altura y hábito de crecimiento de la planta, tamaño y color de las hojas, forma, número de lóculos y color del fruto. Sin embargo, no se puede caracterizar morfológicamente una población específica de un determinado tipo para cada zona, pero si es posible identificar varios fenotipos. Es frecuente encontrar, dentro de un cultivar nativo o criollo de determinada región, una amplia gama de variabilidad en relación con las características mencionadas (Pozo, 1984).

Raíz

El sistema radicular es pivotante y profundo, puede llegar a medir de 0.70 a 1.20 m, y lateralmente hasta 1.20 m, pero la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm. La raíz principal es fuerte y frecuentemente dañada durante el transplante, se desarrollan profusamente varias raíces laterales, extendiéndose hasta 1 m, reforzadas por un elevado número de raíces adventicias.

Tallo

El tallo es de crecimiento limitado y erecto, cuya longitud puede variar entre 0.5 y 1.5 m, cuando adquieren cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente, pudiendo ser cilíndrico o prismáticos y angulares, son de color verde oscuro y son herbáceos.

Hojas

Las hojas son simples y varían de tamaño, son de color verde oscuro brillante, además son lampiñas o subglabras, enteras, ovaladas o lanceoladas, el ápice es acuminado, la base es cuneada o aguda y el pedicelo es largo o poco aparente, de forma ovoide alargada. La venación es prominente; los peciolos miden de 5 a 8 cm de longitud y son acanalados en las ramas inferiores las hojas son de mayor tamaño; miden de 7 a 12 cm de longitud por 4 a 9 cm de ancho (Pozo, 1984)

Flores

Las flores generalmente son solitarias, terminales, pero por la forma de ramificación parecen ser axilares, son flores perfectas, formándose en las axilas de las ramas; son de color blanco y a veces púrpura. Los pedicelos miden más de 1.5 cm de

longitud, el cáliz es campanulado, ligeramente dentado, aproximadamente de 2 mm de longitud, generalmente alargado y cubriendo la base de los frutos. La corola es rotada, campanulada, dividida en 5 o 6 partes, mide de 8 a 15 mm de diámetro, de color blanco o verdusco, con 5 o 6 estambres insertados cerca de la base de la corola, las anteras son angulosas, dehiscentes longitudinalmente, el ovario es bilocular, pero a menudo multicelular, bajo domesticación el estilo es simple, blanco o púrpura, el estigma es capitado.

Fruto

El fruto es una baya semicartilaginosa, indehiscente con gran cantidad de semillas, colgante o erecto, naciendo solamente en los nudos, de forma, color, tamaño y pungencia muy variable. La forma puede ser lineal, cónica o globosa, midiendo de 1 a 30 cm de longitud, en algunas variedades se hace curvo cuando se acerca a la madurez, el color verde de los frutos se debe a la alta cantidad de clorofila acumulada en las capas de pericarpio. La picosidad (pungencia) es debida al pigmento capsicina (SARH, 1994; citado por Vázquez, 2000).

Semillas

Las semillas tienen una forma aplastada, hemidiscoidal, de color amarillento y miden de 3 a 5 mm de longitud. La superficie es relativamente lisa, sin aspectos pubescentes y la mayoría de las semillas se sitúan en la región de la placenta central (Nuez, *et al.*, 1996).

Concepto de semilla

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. Desde el punto de vista de la botánica, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por el episperma (Moreno, 1996).

Hartman y Kester (1999) mencionan que la semilla es un óvulo maduro, que consiste en embrión, su reserva alimenticia almacenada y sus cubiertas protectoras.

Germinación

Moreno (1996) la define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Por su parte, la Internacional Seed Testing Association (1996) define a la germinación de semillas como la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican si son o no capaces de desarrollarse en una planta normal y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima.

Duffus y Slaughter (1985) mencionan que, la germinación es un proceso de cambio: el cambio de una pequeña estructura inactiva viviendo con abastecimiento mínimo, a una planta que crece activamente, destinada a llegar a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla se terminen.

Duffus y Slaughter (1985) señalan que, el proceso continuo de germinación está compuesto de dos fases principales:

- Inicio del metabolismo activo en el embrión, seguido rápidamente por el crecimiento y diferenciación del mismo, apoyado por la utilización de material de reserva embrionaria inmediata.
- Crecimiento continuo del embrión, apoyado por el flujo de producto de la hidrólisis de los cotiledones o reserva alimenticia extraembrionaria, tal como el endospermo, esta fase continúa hasta que la planta se establece como un organismo fotosintético o muere por haberse terminado la reserva alimenticia.

Por su parte la Association of Official Seed Analysts (AOSA) (1993), menciona que la germinación es la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión y es indicadora de la habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Andrews (1984) señala que la semilla de baja calidad es probablemente el factor preponderante que contribuye al fracaso de un cultivo dado. Las semillas en sí son muy susceptibles a las condiciones adversas del suelo y clima; por ello, la germinación es el proceso básico de inicio de una explotación agrícola.

Hartmann y Kester (1999) mencionan que, la iniciación de la germinación requiere que se llenen tres condiciones:

Primera: la semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.

Segunda: la semilla no debe estar en letargo ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación.

Tercera: la semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz.

El proceso de la germinación se divide en los siguientes pasos (Rojas y Ramírez, 1987):

- El agua del medio entra a la semilla, y tanto las células del embrión como del endospermo se hidratan y entran en actividad, por lo que la semilla se hincha.
- El embrión empieza a producir giberelinas que actúan sobre la capa de aleurona que rodea al endospermo y la induce a secretar amilasa.
- Por acción de la amilasa y maltosa el almidón pasa a glucosa teniendo el embrión energía para su desarrollo.
- El embrión comienza a producir citocininas, hormonas que junto con las giberelinas inducen la síntesis de enzimas y la aleurona pasa a proteína soluble.
- Por acción de las citocininas y la energía de la glucosa con proteínas solubles, las células del embrión se dividen activamente, en este momento se inicia la germinación al romper la testa el primordio de la raíz principal.

- Las células del endospermo y el embrión sintetizan auxinas, que inducen el alargamiento de los meristemas de la radícula y del talluelo con rápido crecimiento.

Factores que inhiben o retardan la germinación

Latencia

Moreno (1996) menciona que se denomina latentes a las semillas viables (diferentes de las semillas duras) que no germinan aun cuando estén bajo las condiciones que se especifican para dicha especie.

Marroquín *et al.* (1981) y Ferguson (1986) citados por García (2002), coinciden en que la latencia es una condición interna de una semilla viable, o de su etapa de desarrollo que impide su germinación aunque se proporcione humedad y temperaturas adecuadas.

Duffus y Slaughter (1985) menciona que las causas directas de la latencia son diversas y algunos de los factores bien conocidos son los embriones inmaduros, el requerimiento de un corto periodo de luz de magnitud de onda específica y la necesidad de un periodo de temperatura baja o de temperaturas fluctuantes.

Sin embargo, con frecuencia es difícil de señalar exactamente el mecanismo ya que los resultados de un simple experimento usualmente pueden ser interpretados en una gran variedad de formas; por ejemplo la interferencia con la capa de la semilla podría liberar

la latencia a través de la remoción de la restricción física del embrión a través de un mejoramiento de la permeabilidad del agua, gases o minerales o a través de la remoción de un inhibidor localizado ya sea en la capa o en el interior de la semilla.

Parece probable que no exista una causa simple de la latencia, pero es posible que en muchas semillas haya una explicación bioquímica común subyacente.

Deterioro

Después de haber alcanzado el máximo nivel de calidad (madurez fisiológica), la semilla inicia un proceso de cambios degenerativos que ocasionan pérdidas en la germinación y el vigor. A estos cambios se les denomina deterioro (Anderson, 1973).

Por su parte, Miranda (1984) caracteriza al deterioro como un proceso natural que envuelve cambios fisiológicos, físicos y bioquímicos en la semilla, hasta que esta avanza hacia su muerte. Entre las manifestaciones del deterioro se encuentra el retraso de la germinación, cambios de color, baja tolerancia a condiciones subóptimas durante la germinación, reducción en la capacidad germinativa y un incremento en el número de plántulas anormales. La reducción de la germinación ha sido el indicativo más importante en el deterioro de la semilla (Abdul-Baki y Anderson, 1972; citados por García, 2002).

Delouche (1973) menciona tres conceptos generales que caracterizan al deterioro de las semillas, los cuales son: el deterioro es un proceso inexorable, irreversible y varía entre

una población de semillas. Por su parte, Delouche y Baskin (1973) han propuesto una secuencia del deterioro, el cual es:

- Degradación de las membranas celulares.
- Daños en los mecanismos de producción y síntesis de energía.
- Alteración en los procesos de respiración y biosíntesis.
- Disminución de la tasa de germinación (se puede observar desde el primer conteo).
- Disminución en la capacidad de almacenamiento.
- La tasa de crecimiento y desarrollo de la plántula disminuye.
- Disminuye la uniformidad.
- Disminuye la resistencia a condiciones adversas (incluye el ataque de plagas y enfermedades).
- Disminuye el rendimiento.
- Emergencia pobre y desuniforme.
- Incremento en plántulas anormales.
- Pérdida de germinación.

El uso de reguladores de crecimiento ha sido determinante para romper la latencia en algunas especies de semillas, así como activar o acelerar el proceso de germinación afectado por el deterioro.

En el proceso de germinación toman parte todos los reguladores del crecimiento, así como los inhibidores. Por, ejemplo en el caso del letargo por embrión, cualquier hormona podría estar en deficiencia. Las experiencias demuestran que la deficiencia en

giberelinas inhibe la germinación ya que son las hormonas más utilizadas para promoverla así como el desarrollo inicial del embrión.

Descripción del producto AlgaEnzims^{MR}

Es un potenciador ecológico, a base de macro y microalgas marinas elaborado por un proceso patentado tal, que el producto conserva todos los elementos y sustancias sin perder sus atributos. Mejora los suelos, los desaliniza, sirve de alimento y activa la fisiología de las plantas. Es orgánico, no tóxico y completamente natural.

Cómo actúa el producto AlgaEnzims^{MR}

AlgaEnzims^{MR} acelera el proceso natural de la transformación (génesis) de los suelos.

Uno de los principales cationes que libera, es el sodio, facilitando su manejo para la recuperación de suelos salinos, sódicos o salinos sódicos.

Los reguladores de crecimiento que contiene AlgaEnzims^{MR}, propicia la división y el desarrollo de las células. Conforme a la literatura, en los extractos comerciales de algas, se han encontrado sustancias como: las auxinas, las citoquininas y otros como las gibelerinas y algunos sobrepasan las 1000 ppm.

Conforme a lo reportado por Blaine *et al.* (1990) y Crouch y Van Staden (1992) citados por Canales (1997), el incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y o sus derivados en la agricultura, se debe a que las algas marinas contienen: todos los elementos mayores, todos los elementos menores y todos los elementos traza que ocurren en las plantas; además 27 sustancias

naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas; vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol.

Las algas contienen también un amplio rango de compuestos orgánicos; cuando menos, diecisiete de los aminoácidos comunes se encuentran en las microalgas, de los cuales, entre otros, el ácido aspártico, el ácido glutámico y la alamina, están presentes en las especies de importancia comercial.

Las algas utilizadas en la agricultura

Para la agricultura y horticultura, la mayoría de los productos provienen de algas pardas, las cuales, se cosechan en aguas templadas. Las especies más comúnmente utilizadas son: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima* y *Fucus vesiculosus*. La *Laminaria* y el *Sargassum*, son comúnmente menos usadas (Mooney y van Staden, 1985; citados por Canales, 1997).

Efecto de las algas en las plantas

Son muchas y diferentes las respuestas de las plantas al tratamiento con las algas, que incluyen: altos rendimientos, incremento en la toma de nutrientes, cambios en la composición de sus tejidos, mayor resistencia a heladas, a las enfermedades fungosas y

al ataque de los insectos, prolonga la vida de anaquel de los frutos y mejora la germinación de las semillas (Aitken y Seen, 1965; citados por Canales, 1997).

Se han demostrado que las aplicaciones de preparados de algas a las plantas, incrementan el rendimiento de las cosechas en frutos y semillas (Blunden, 1972; Featonby-Smith y van Staden 1984, 1987; Nelson y van Staden 1986; citados por Canales, 1997). Featonby –Smith y van Staden (1984) citados por Canales (1997), examinaron el efecto de un concentrado de algas en el rendimiento de frijol, encontrando que las semillas de las plantas tratadas, fueron significativamente más grandes que las de las plantas testigo, que contenían niveles más altos de citoquininas; igualmente, hubo un incremento en la translocación de citoquininas de las raíces y brotes a las semillas y, mayor producción de esta hormona en las mismas semillas (Davey y van Staden, 1978 citados por Canales, 1997).

Se ha reportado, que en las plantas tratadas con algas, se reduce la incidencia en la infestación de nemátodos (Tarjan, 1977; Tarjan y Fredrick, 1983 citados por Canales, 1997). Featonby-Smith y van Staden (1983) citados por Canales (1997), encontraron que las plantas tratadas con extractos de algas, mostraron mejoramiento significativo en el crecimiento de la raíz y reducción en la presencia de agallas que son producidas por la infestación de nemátodos (*Meloidogyne*).

La germinación de las semillas y el rompimiento de la dormancia de algunos órganos de las plantas, son otros de los efectos de los reguladores de crecimiento, lo cual, ha sido atribuido también, al uso de preparaciones comerciales de extractos de algas; estos

efectos se han observado asimismo, con el uso de giberelinas, citoquininas y ocasionalmente con etileno (van Staden, 1973 citado por Canales, 1997). Wilcsek y Ng (1982) citados por Canales (1997) reportaron la promoción de la germinación de semillas de betabel; Button y Noyes (1964) citados por Canales (1997) en semillas de zacate rastrero, cuando fueron tratadas con una mezcla de extractos de algas.

Composición química de las algas

Contiene un complejo de microorganismos marinos vivos de la vida libre, recientemente clasificados como: Fijadores de Nitrógeno del aire, Halófilos, Mohos y Levaduras, Grupo Aeróbico Mesofílico (PalauBioquim, 2005). Contienen también compuestos que se presentan en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Composición en por ciento del producto AlgaEnzims^{MR}.

Composición	Porcentajes (%) en peso
Acondicionadores*	93.84
Mat. orgánica (mat. algáceo)	4.15
Proteína	1.14
Fibra cruda	0.43
Cenizas	0.28
Azúcares	0.13
Grasas	0.03
Total:	100.00

*Inherentes a las algas marinas.

Cuadro 2. Composición química del producto AlgaEnzim^{MR}.

Elemento	mg/L
Potasio (K)	14800
Nitrógeno (N)	14500
Sodio (Na)	13660
Magnesio (Mg)	1320
Fósforo (P)	750
Calcio (Ca)	620
Zinc (Zn)	505
Fierro (Fe)	440
Cobre (Cu)	147
Manganeso (Mn)	72
Silicio (Si)	4
Cobalto (Co)	2.75
Bario (Ba)	0.20
Antimonio (Sb)	<0.10
Estaño (Sn)	<0.10
Plata (Ag)	<0.10
Talio (Ta)	<0.10
Niquel (Ni)	<0.10
Cadmio (Cd)	<0.10
Molibdeno (Mo)	<0.1

Ventajas del producto AlgaEnzims^{MR}

- Propicia la porosidad del suelo y su aireación.
- Facilita la infiltración del agua y la penetración de las raíces.
- Ajusta el pH del suelo, alrededor de pH 7.
- Libera los nutrientes del suelo, facilitando su absorción por la raíz.
- Desaliniza y desodifica los suelos, los descaliniza y los desintoxica.
- En el suelo, su poder residual benéfico, dura más de un año.
- Fija el nitrógeno del aire aún en las no leguminosas.

- Propicia mayor resistencia de las plantas a las heladas y sequías, a las plagas y enfermedades.
- Propicia un mejor amarre de flor y fruto.
- Da mejor presentación y mayor vida de anaquel a las frutas.
- Mejora la germinación de las semillas, la brotación de las estacas y tubérculos y vigoriza las plántulas.
- Incrementa los rendimientos y la calidad de las cosechas.
- Sus acciones son bioquímicas, es ecológico.

Reguladores del crecimiento

Durante muchos años se estuvo la creencia que las hormonas de crecimiento determinaban directamente los procesos del desarrollo y que estas actuaban sobre la emisión de raíces, flores, etc. En la actualidad, existe evidencia suficiente para postular dos hechos básicos sobre la acción fundamental de las hormonas (Rojas y Ramírez, 1987).

- Las fitohormonas no actúan directamente a nivel del organismo, sino a nivel celular, por ejemplo, en la mitosis y el alargamiento celular, de tal modo que sus efectos se hacen sentir en todos los fenómenos fisiológicos que se basan en los fenómenos citológicos afectados.
- La acción básica de las hormonas ocurre sobre los ácidos nucleicos y nivel de la transcripción del mensaje (ADN \longrightarrow ARN) o de su traducción (ARN \longrightarrow Aminoácidos).

Giberelinas

Las giberelinas son fitohormonas que fueron aislados de un hongo, *Gibberella fujikuroi*, en cual provocaba una enfermedad del arroz llamada Bakanae, en Japón. Dicha enfermedad daba un crecimiento mayor a las plantas afectadas con respecto a las plantas sanas.

Efectos fisiológicos

Una de las propiedades más notables de las giberelinas es la estimulación del crecimiento en las plantas normales y aún en aquellas en que el enanismo es genético. La aplicación de giberelinas a ciertas plantas cultivadas a la luz, incrementan de modo notable el crecimiento de su tallo (Devlin, 1982).

Las giberelinas se sintetizan principalmente en las hojas jóvenes y en las semillas en cuyo endospermo se ha encontrado un receptor no identificado. El nivel de GA aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego decrece cuando la semilla madura (Corcovan y Phinney (1961) citados por Rojas y Ramírez, 1987).

Las giberelinas actúan sobre el ARN desreprimiendo genes que en algunos casos se han identificado. A diferencia de las auxinas la acción estimulante del crecimiento se manifiesta en un rango muy amplio de concentraciones lo cual parece indicar que es el número de receptores es muy grande o bien hay una continua síntesis de ellos (Rojas y Ramírez, 1987).

El ácido giberélico actúa la enzima α -amilasa durante el proceso de germinación, la cual se encarga de desdoblar el almidón.

Según Hill (1977) citado por García (2002) la aplicación de giberelinas provocan la germinación en semillas que requieren luz para dicho proceso. Además acelera la germinación de semillas en general.

Las giberelinas aplicadas ocasionan la germinación de semillas en forma acelerada, y en las yemas rompen el letargo y la floración de especies de días largos en días cortos (Rojas, 1982).

MATERIALES Y METODOS

Localización del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas (CCDTS), en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material vegetativo

Se utilizó semillas de chile ancho criollo (*Capsicum annuum* L.) procedente de Zacatecas, cosechado en el ciclo 2004.

Descripción del experimento.

Se evaluaron 16 tratamientos con 4 repeticiones de 50 semillas cada una y se ensayaron 3 productos: AlgaEnzims líquido y polvo y AG₃. El AlgaEnzims^{MR} líquido se ensayó en dos concentraciones (10 y 20 mL L⁻¹) y tres tiempos de inmersión (15, 30 y 60 min); el AlgaEnzims polvo se ensayó concentrado en tres tiempos de exposición (1, 2 y 3 h); y el AG₃ se ensayó en dos concentraciones (50 y 100 ppm) y tres tiempos de exposición (2, 4 y 6 h), en el estudio se incluyó también un testigo absoluto (Cuadro 3).

Los tratamientos se aplicaron a la semilla por los tiempos indicados y después fueron sembradas en papel Anchor para germinar, enrollándolos en forma de taco y sujetando con ligas a los extremos, los tacos se colocaron en bolsas de polietileno para evitar la

pérdida de humedad, posteriormente en rejillas de soporte para establecerse en cámaras de germinación de 25 °C con 8 horas luz y 16 horas de oscuridad.

Después del séptimo día se hizo el Primer conteo (PC) para la germinación fisiológica y a los 14 días se realizó el segundo conteo donde se evaluaron:

- Plántulas normales (PN). Se tomaron como plántulas normales aquellas que presentan sistema radicular e hipocótilo bien desarrollados.
- Plántulas anormales (PA). Sistema radicular e hipocótilo deformes con un desarrollo débil o plántulas dañadas.
- Semilla muerta (SM). Aquellas que no germinaron.
- Peso fresco (PF). Se tomaron al azar 5 plántulas de cada repetición de los tratamientos y se pesaron con una balanza analítica expresada en gramos por plántula.
- Peso seco (PS). Las mismas plántulas que se tomaron para el peso fresco se secaron en el horno de 70 °C por 24 horas, posteriormente se tomó el peso seco expresado en gramos por plántula.
- Longitud de plúmula (LP). Se midió con una regla graduada expresada en cm.
- Longitud de la radícula (LR). De la misma manera que el anterior, expresada en cm.

Cuadro 3. Descripción de tratamientos evaluados en laboratorio.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS	TIEMPO
T1	Testigo		
T2	AlgaEnzims líquido	20 ml L ⁻¹	15 min.
T3	AlgaEnzims líquido	20 ml L ⁻¹	30 min.
T4	AlgaEnzims líquido	20 ml L ⁻¹	1 hora
T5	AlgaEnzims líquido	10 ml L ⁻¹	15 min.
T6	AlgaEnzims líquido	10 ml L ⁻¹	30 min.
T7	AlgaEnzims líquido	10 ml L ⁻¹	1 hora
T8	AG ₃	50 ppm	2 horas
T9	AG ₃	50 ppm	4 horas
T10	AG ₃	50 ppm	6 horas
T11	AG ₃	100 ppm	2 horas
T12	AG ₃	100 ppm	4 horas
T13	AG ₃	100 ppm	6 horas
T14	AlgaEnzims polvo		1 hora
T15	AlgaEnzims Polvo		2 horas
T16	AlgaEnzims polvo		3 horas

Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 16 tratamientos y 4 repeticiones con 50 semillas cada uno. La comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey (0.05).

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Representa la i-j ésima observación. $i = 1, 2, 3, \dots, t$

μ = Media general poblacional. $j = 1, 2, 3, \dots, r$

τ_i = Efecto de i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Error experimental para la observación i-j ésima.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 4 y 5 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza y su significancia para las variables evaluadas en semillas de chile ancho criollo realizadas bajo condiciones de laboratorio.

CUADRO 4. Cuadros medios de los análisis de varianza para variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.

FV	GL	PC (%)	PN (%)	PA (%)	SM (%)	PF (mg/plántula)	PS (mg/plántula)
TRAT.	15	60.6 ^{NS}	69.4 [*]	21.9 ^{NS}	46.1 ^{NS}	324.0 ^{**}	0.4 ^{NS}
ERROR	48	27.2	34.3	35.9	66.4	23.4	0.4
CV (%)		35.6	26.4	33.4	13.6	13.5	14.4

^{*,**} Significativo, altamente significativo a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente. CV = coeficiente de variación. NS = no significativo.

PC = Primer conteo, PN = Plántulas normales, PA = Plántulas anormales, SM = Semilla muerta, PF = Peso fresco y PS = Peso seco.

CUADRO 5. Cuadros medios del análisis de varianza para variables de longitud de plúmula y radícula evaluadas en el ensayo de germinación estándar.

FV	GL	LP (cm)	LR (cm)
TRAT.	15	12.7 ^{**}	20.7 [*]
ERROR	298	0.7	3.4
CV (%)		22.7	21.4

^{*,**} Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente. cv = Coeficiente de variación.

LP = Longitud de la plúmula y LR = Longitud de la radícula.

En el Cuadro 6 se presenta la comparación de medias para las variables fisiológicas.

Cuadro 6. Comparación de medias en por ciento para variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.

TRATAMIENTO	TIEMPO	PC (%)	PN (%)	PA (%)	SM (%)
T1 Testigo.		20.0	23.0 AB	14.0	63.0
T2 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	15 min.	12.0	23.0 AB	17.0	60.0
T3 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	30 min.	11.0	19.0 AB	21.0	60.0
T4 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	1 hora	13.0	22.0 AB	18.0	60.0
T5 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	15 min.	10.0	18.0 AB	17.0	65.0
T6 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	30 min.	15.0	22.0 AB	20.0	58.0
T7 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	1 hora	9.0	14.0 B	17.0	69.0
T8 AG ₃ 50 ppm	2 horas	12.0	21.0 AB	21.0	58.0
T9 AG ₃ 50 ppm	4 horas	12.0	23.0 AB	18.0	59.0
T10 AG ₃ 50 ppm	6 horas	14.0	19.0 AB	22.0	59.0
T11 AG ₃ 100 ppm	2 horas	18.0	27.0 AB	15.0	58.0
T12 AG ₃ 100 ppm	4 horas	12.0	22.0 AB	19.0	59.0
T13 AG ₃ 100 ppm	6 horas	12.0	19.0 AB	21.0	60.0
T14 AlgaEnzims polvo	1 hora	22.0	30.0 A	15.0	55.0
T15 AlgaEnzims polvo	2 horas	20.0	27.0 AB	17.0	56.0
T16 AlgaEnzims polvo	3 horas	18.0	28.0 AB	16.0	56.0
TUKEY		13.3	14.9	15.3	20.8

† Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

PC = primer conteo; PN = plántulas normales; PA = plántulas anormales; SM = semillas muertas.

Primer conteo

En el análisis de varianza para esta variable no se encontró significancia estadística entre tratamientos (Cuadro 4). En el Cuadro 6 se muestra que estadísticamente son iguales entre sí, sin embargo numéricamente el T14 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 1 h) muestra el valor más alto con un 22 % de vigor, superando al testigo en 2 %, seguido por los tratamientos 1(testigo) y 15 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 2 h) con 20 % de plántulas anormales al primer conteo, mientras que el T7 (AlgaEnzims^{MR} líquido en dosis de 10 ml L⁻¹ por 1 h) registró el valor más bajo obteniendo un 9 % de vigor. Lo anterior indica que el producto AlgaEnzims^{MR} líquido aplicado en bajas concentraciones (10 ml L⁻¹) no mejora la capacidad germinativa. Los resultados muestran que el AlgaEnzims^{MR} polvo

aplicado por 1 h mejora el por ciento de plántulas normales al séptimo día en comparación a otros tratamientos. Sin embargo, la diferencia con el testigo fue mínima, indicando que la testa por su composición inhibe la absorción de agua. Lo anterior se corrobora al analizar los datos obtenidos con la aplicación de ácido giberélico en diferentes dosis y tiempos.

Canales (1997) menciona que en otras especies, los extractos de diferentes especies de algas pardas estimulan la germinación en semillas de rábano, zacate rastrero y betabel.

Plántulas normales

Al realizar el análisis de varianza para esta variable se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 4). Con relación a la comparación de medias (Cuadro 6) se observó que el tratamiento que numéricamente presentó el mejor por ciento de plántulas normales fue el T14 (AlgaEnzims^{MR} polvo por 1 hora) con 30 %, seguido por el T16 (AlgaEnzims^{MR} polvo por 3 horas) con 28 %, en tercer lugar los tratamientos 11 (AG₃ 100 ppm por 2 horas) y 15 (AlgaEnzims^{MR} polvo por 2 horas) con 27 % ambos, en tanto que el T7 (AlgaEnzims^{MR} líquido de 10 ml L⁻¹ por 1 hora) con 14 % representa el menor valor para plántulas normales. Los tratamientos con AG₃ a 50 ppm no mostraron efecto alguno ya que no superaron al testigo, esto coincide con Romero (1997) en donde la aplicación de AG₃ no tuvo efecto sobre la germinación de las semillas latentes de chile. Por otra parte, Weaver (1996) menciona que el tratamiento de semillas de maíz dulce con giberelinas no produjo efecto favorable en el porcentaje de germinación.

De acuerdo a los resultados, el tratar semillas de chile ancho criollo con AlgaEnzims^{MR} polvo mejoró el por ciento de germinación con respecto al testigo, lo cual se puede deber a la interacción con las enzimas presentes en el producto, que permiten mejorar la capacidad germinativa de la semilla.

Plántulas anormales

En el análisis de varianza para esta variable no se encontró significancia estadística (Cuadro 4). En el Cuadro 6 se presenta la comparación de medias donde se aprecia que el testigo (T1) presentó un 14 % de plántulas anormales, T11 (AG₃ 100 ppm por 2 h) y T14 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 1 h) con 15 % ambos, fueron los que registraron el menor por ciento. Mientras que los tratamientos que mostraron mayor proporción de plántulas anormales fueron T10 (AG₃ 50 ppm por 6 h) que registró un 22 %, seguida por T8 (AG₃ 50 ppm 2 h) y T13 (AG₃ 100 ppm 6 h) con 21 % de plántulas anormales.

Semillas muertas

De igual manera para esta variable no se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza (Cuadro 4). Con relación a la comparación de medias (Cuadro 6) se aprecia que los T14, T15 y T16 donde se evaluó AlgaEnzims^{MR} polvo por 1, 2 y 3 horas, respectivamente, mostraron menor cantidad de semillas muertas con 55 y 56 %, en cambio el T7 (AlgaEnzims^{MR} 10 ml L⁻¹) fue el tratamiento que registró mayor por ciento de semillas muertas con un 69 %, mientras que el testigo obtuvo un 63 %. Velasco, 2004

menciona que la aplicación de AG₃ 1000 ppm no tuvo efecto positivo en la germinación de semillas de *Astrophytum myriostigma*, resultando en plántulas anormales.

Cuadro 7. Comparación de medias para longitud de plúmula y longitud de radícula.

TRATAMIENTO	TIEMPO	LP (cm)		LR (cm)	
T1 Testigo.		2.8	F	7.8	DEF
T2 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	15 min.	2.8	F	9.1	ABCDEF
T3 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	30 min.	3.1	F	9.4	ABCDE
T4 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	1 hora	3.2	EF	9.6	ABCD
T5 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	15 min.	3.0	F	7.3	F
T6 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	30 min.	2.9	F	8.1	BCDEF
T7 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	1 hora	2.6	F	8.0	CDEF
T8 AG ₃ 50 ppm	2 horas	4.0	BCDE	8.3	BCDEF
T9 AG ₃ 50 ppm	4 horas	4.1	BCD	7.5	EF
T10 AG ₃ 50 ppm	6 horas	4.3	BC	8.0	CDEF
T11 AG ₃ 100 ppm	2 horas	5.3	A	9.9	ABC
T12 AG ₃ 100 ppm	4 horas	4.5	AB	7.8	DEF
T13 AG ₃ 100 ppm	6 horas	4.7	AB	8.0	CDEF
T14 AlgaEnzims polvo	1 hora	3.2	DEF	10.6	A
T15 AlgaEnzims polvo	2 horas	4.1	BC	10.2	AB
T16 AlgaEnzims polvo	3 horas	3.4	CDEF	8.9	ABCDEF
TUKEY		0.9		2.0	

[†] Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

LP = longitud de plúmula; LR = longitud de radícula.

Longitud de plúmula

En el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 5). En el Cuadro 7 se observa la comparación de medias en donde el T11 (AG₃ 100 ppm por 2 h) sobresale del resto de los tratamientos al presentar 5.3 cm de longitud de plúmula, seguido por los tratamientos 12 (AG₃ 100 ppm por 4 h) con 4.5 cm y 13 (AG₃ 100 ppm por 6 h) con 4.7 cm de longitud de la plúmula, superando al testigo, mientras que los tratamientos con los promedios más

bajos fueron con AlgaEnzims^{MR} de 10 y 20 ml L⁻¹ así como el testigo. En general se observó que los tratamientos con AG₃ promovieron el desarrollo de la plúmula. Por otra parte el T15 (AlgaEnzims^{MR} polvo 2 h) tuvo un comportamiento similar a los tratamientos donde se incluyó AG₃.

Hayashi (1940) citado por Weaver (1996) encontró que la aplicación de giberelinas a la cebada y el arroz, da por resultado un incremento más rápido y que se apresura la germinación al aumentar las concentraciones.

Longitud de radícula

En el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 5). Con relación a la comparación de medias (Cuadro 7) se aprecia que el mejor tratamiento fue el T14 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 1 h) con 10.6 cm de longitud radicular, como segundo lugar el T15 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 2 h) con 10.2 cm, ambos tratamientos superaron estadísticamente al testigo al igual que T11 que obtuvo 9.9 cm. Mientras que el T5 (AlgaEnzims^{MR} 10 ml L⁻¹ por 15 minutos) presentó menor longitud radicular con 7.3 cm, y estadísticamente diferente al testigo.

Como referencia Hernández (2003) menciona que el uso de bagazo de algas sí influye en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate y lechuga.

Cuadro 8. Comparación de medias para peso fresco y peso seco

TRATAMIENTOS	TIEMPO	PF (mg/plántula)	PS (mg/plántula)
T1 Testigo.		27.6	5.2
T2 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	15 min.	24.6	5.1
T3 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	30 min.	25.2	5.2
T4 AlgaEnzims 20 ml L ⁻¹	1 hora	29.4	4.3
T5 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	15 min.	41.0	4.8
T6 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	30 min.	39.4	4.4
T7 AlgaEnzims 10 ml L ⁻¹	1 hora	27.6	4.6
T8 AG ₃ 50 ppm	2 horas	30.2	4.9
T9 AG ₃ 50 ppm	4 horas	25.8	4.6
T10 AG ₃ 50 ppm	6 horas	30.8	4.4
T11 AG ₃ 100 ppm	2 horas	50.8	4.7
T12 AG ₃ 100 ppm	4 horas	40.9	4.6
T13 AG ₃ 100 ppm	6 horas	45.7	4.7
T14 AlgaEnzims polvo	1 hora	40.9	5.5
T15 AlgaEnzims polvo	2 horas	47.5	5.2
T16 AlgaEnzims polvo	3 horas	45.3	4.6
TUKEY		12.3	1.7

† Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

PF = peso fresco; PS = peso seco.

Peso fresco

En el análisis de varianza para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 4), con relación a la comparación de medias (Cuadro 8) se observa que el tratamiento que presentó el mayor peso fresco fue el T11 (AG₃ 100 ppm 2 h) con 50.8 mg / plántula, seguido por los tratamientos T15 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 2 h) con 47.5 mg / plántula, T13 (AG₃ 100 ppm 6 h) con 45.7 mg / plántula y T16 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 3 h) con 45.3 mg / plántula, que son estadísticamente iguales entre sí, mientras que el testigo presentó 27.6 mg / plántula. Se observa que los tratamientos T15 y T16 (AlgaEnzims^{MR} polvo) superaron

estadísticamente a T2, T3, T4, T7, todos ellos con AlgaEnzims^{MR} líquido, lo cual indica que el AlgaEnzims^{MR} polvo al germinar la semilla favorece la turgencia de la planta.

Gordillo (2000) menciona que la aplicación de ácido giberélico, favoreció el incremento en el número de peciolos por planta, mostrando una relación directamente proporcional entre la dosis y el número de peciolos.

Peso seco

En el análisis de varianza para esta variable no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 4). En el Cuadro 8 se muestra la comparación de medias donde se observa que el T14 (AlgaEnzims^{MR} polvo de 1 h) fue el que presentó mayor peso seco con 5.5 mg / plántula, superando numéricamente al testigo, seguida por T1 (testigo), T3 (AlgaEnzims^{MR} 20 ml L⁻¹ 30 min) y T15 (Alga Enzims^{MR} polvo 2 h) todos con 5.2 mg / plántula. Cabe mencionar que el AlgaEnzims^{MR} líquido en dosis de 10 ml L⁻¹, el AG₃ de 50 ppm y AlgaEnzims^{MR} polvo, conforme se aumentó el tiempo de contacto con la semilla disminuyó su peso seco, lo cual nos indica que probablemente al disminuir el tiempo de los tratamientos podremos obtener mejores resultados.

CONCLUSIONES

El producto AlgaEnzims^{MR} polvo promueve la germinación en semillas de chile ancho criollo, expresándose en un mayor número de plántulas normales.

Mayor longitud de plúmula se obtuvo al tratar la semilla con AG₃ (100 ppm por 2 h).

Tratamientos con AlgaEnzims^{MR} polvo, favorecieron el desarrollo de radícula.

No se observó efecto significativo para peso seco en los diferentes tratamientos evaluados.

Los resultados obtenidos muestran que es posible incrementar el porcentaje de germinación a través de tratamientos aplicados a la semilla. Lo anterior es importante, dado que la semilla de chile ancho criollo presenta baja germinación, debido principalmente al manejo inadecuado en campo y poscosecha, y a la baja calidad genética de la misma.

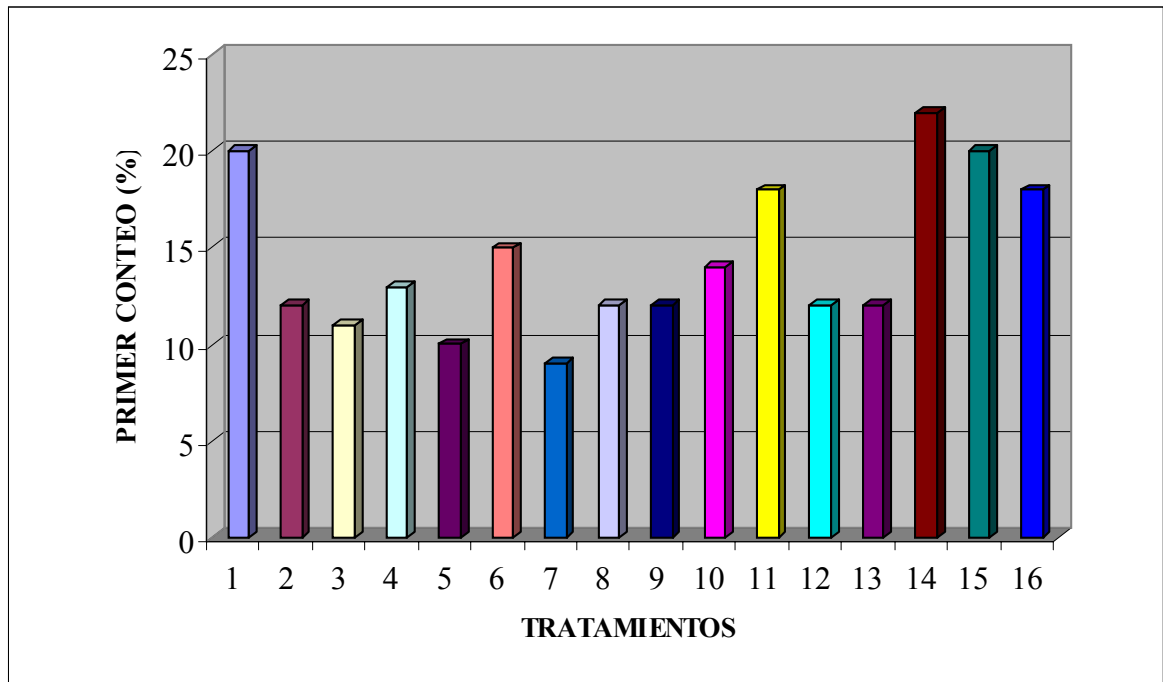
LITERATURA CITADA

- Anderson, J. D. 1973. Physiological and biochemical differences in deteriorating barley seeds. *Crop Science*. p. 36, 39.
- Andrews, H. C. 1984. Relación entre la calidad de la semilla y la actuación. VIII Curso de posgrado en tecnología de semillas. CIAT. Cali. Colombia. p. 7.
- Asociación of Oficial Seed Análisis (AOSA). 1973. Seed vigor testing handbook. New York. p. 32, 34.
- Besnier R. F. 1989. Semillas, biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Castelló, 37. 28001 Madrid. pp. 121, 133.
- Bidwell, R. G. 2002. Fisiología vegetal. A. G. T. Editor, S. A. p. 581.
- Canales, L. B. 1997. Las algas en la agricultura orgánica. Primera edición, Coahuila, México. Consejo editorial. pp. 24, 25, 29, 30, 31, 79, 87.
- Cano A., M. F. 1994. El cultivo de chile. Disponible en línea:
<http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>
- Delouche, J. C. and C. C. Baskin. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the relative sytorability of seed lots. *Seed Science and technology*. Netherlands. p. 427, 452.
- Delouche, J. C. 1973. Precepts of seed storage. Seed technology laboratory. Mississippi State University. Mississippi State. USA.
- Devlin, R. M. 1982. Fisiología vegetal. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. pp. 415, 417.
- Duffus C. y C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus usos. A.G.T. Editor, S.A. Progreso 202 planta alta. 11800. México, D.F. pp.88 - 90.
- García V. A. P. 2002. Aplicación de reguladores del crecimiento para promover la germinación de semillas de hortalizas y su efecto en el almacenamiento. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

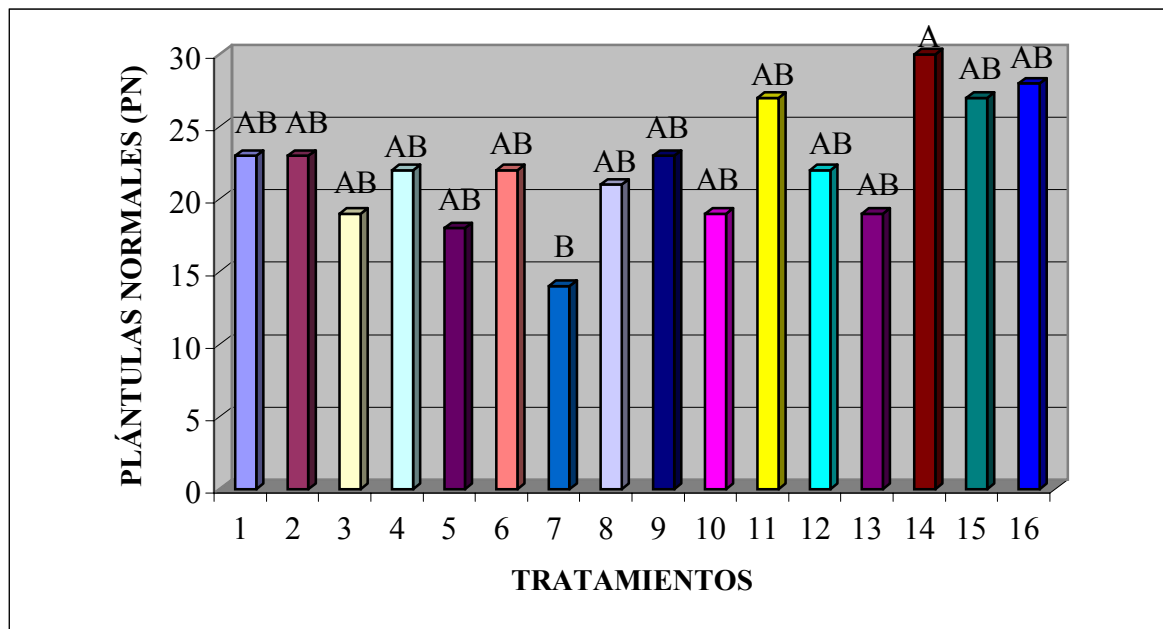
- Gordillo, M. E. 2000. Efecto del ácido giberélico sobre el rendimiento y calidad del cilantro bajo condiciones de fertirriego. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández, C. D. E. 2003. Uso de Germi-mix y bagazo de algas como sustrato en la producción de plántulas de tomate y lechuga. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hartmann, T. H. y E. Kester D. (1999). Propagación de plantas, principios y prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. pp. 137 - 138.
- Internacional Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. Zurich, Switzerland. 333 p.
- Janick, J. 1985. Horticultura científica e industrial. Editorial Acribia Zaragoza. España. p. 54.
- Miranda, F. 1984. Madurez fisiológica de semillas. VIII Curso de posgrado de tecnología de semillas. CIAT. Cali. Colombia. p. 33.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Tercera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 63, 113, 119.
- Nuez F., R. Gil y J. Costa. 1996. El cultivo de pimientos, Chiles y Ajies. Ediciones Mundi-Prensa. p. 108.
- PALAU BIOQUIM. 2005. Disponible en línea:
<http://www.palaubioquim.com.mx/hub.cfm/algaenzims/index.htm>
- Pozo Campodónico. O. 1984. Presente y pasado del chile en México. SARH, INIA. México, D.F. p. 33.
- Pozo Campodónico, O. 2005. Curso de actualización en Tecnología de Semillas. Situación actual del sistema-producto chiles. Mayo 2005. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Rojas, G. M. 1982. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. McGRAW-HILL DE MEXICO, S. A. de C. V. México D. F. pp. 166, 192.

- Rojas, G. M. y H. Ramírez, R. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Editorial Limusa S. A. de C. V. pp. 20, 30, 103, 105.
- Romero, D. F. 1997. Efecto del ácido giberélico sobre la germinación y producción de plántula con semillas latentes y seniles de chile (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p. 43.
- Valadéz, L. A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México, D. F. pp. 185 - 186.
- Vázquez, M. D. 2000. Evaluación de tres cultivares de chile ancho (*Capsicum annuum* L.) para verdeo bajo condiciones de acolchado y fertirriego. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Velasco, T. N. E. 2004. Efecto de la escarificación y aplicación de ácido giberélico en la respuesta germinativa de *Astrophytum myriostigma*. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Weaver, R. J. 1996. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. pp.183 - 184.

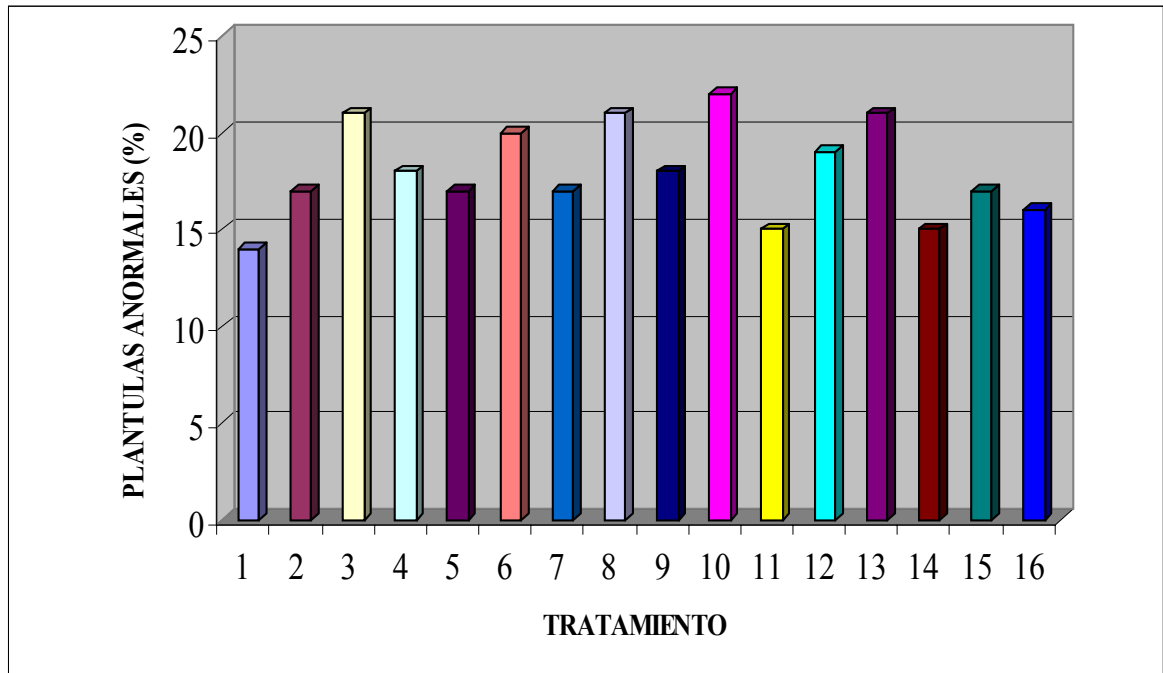
APÉNDICE



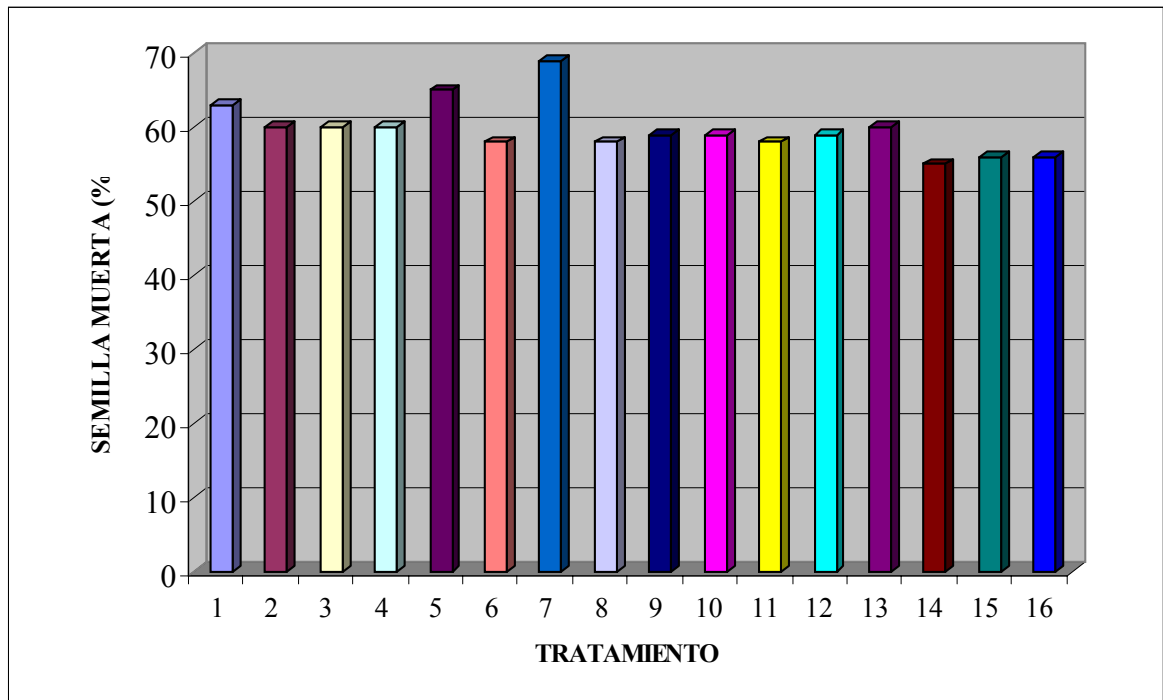
Gráfica 1. Medias para primer conteo (PC) evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



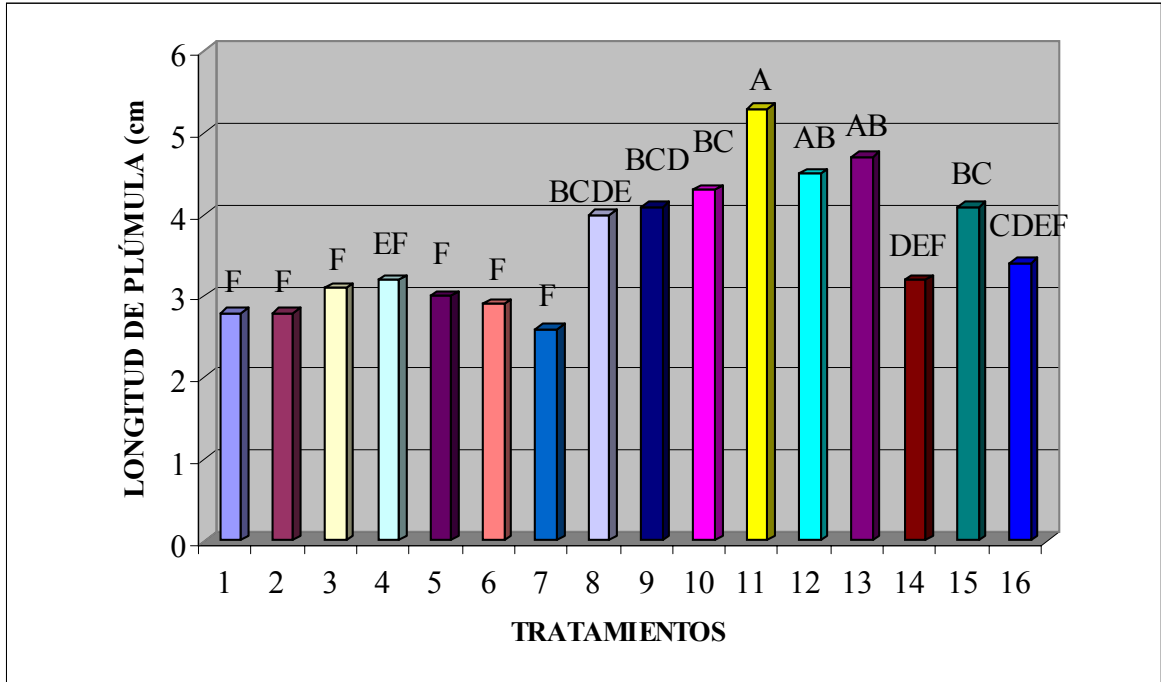
Gráfica 2. Medias para plántulas normales (PN) evaluados en germinación estándar.



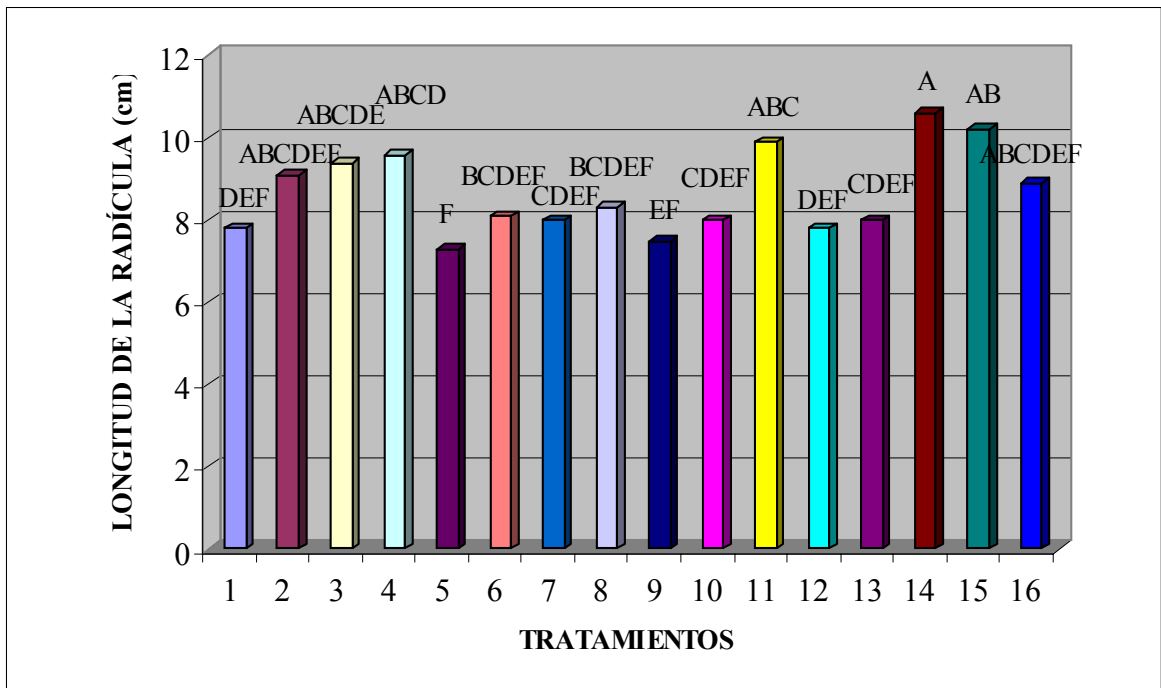
Gráfica 3. Medias para plántulas anormales (PA) evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



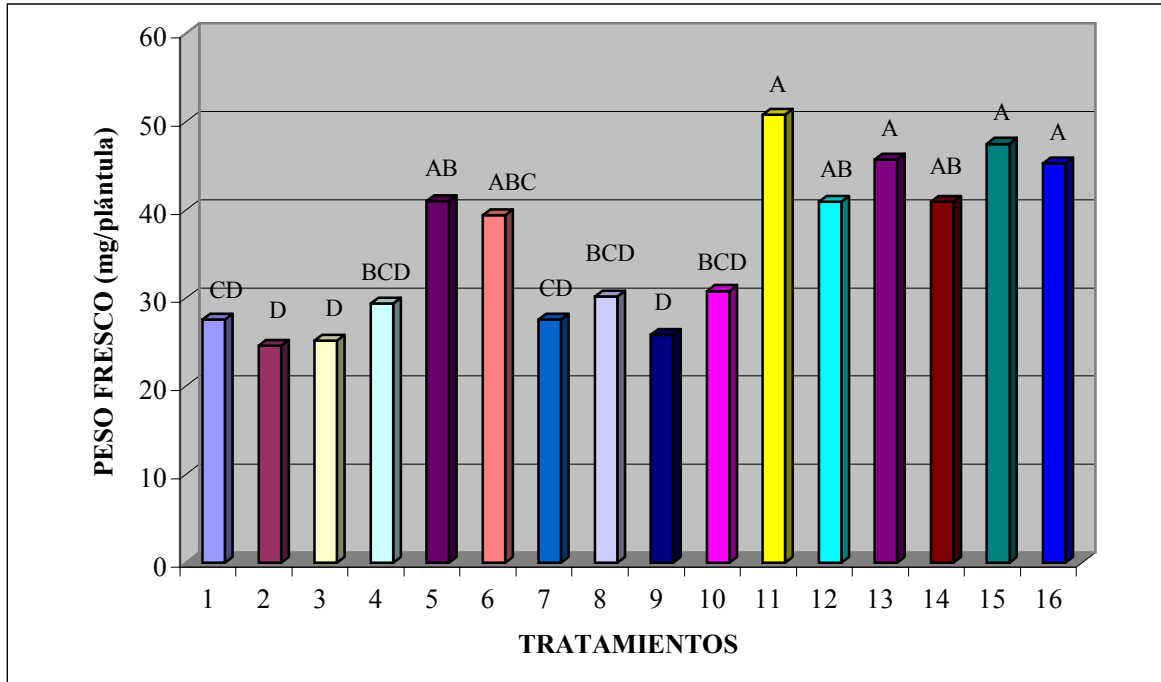
Gráfica 4. Medias para semillas muertas (SM) evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



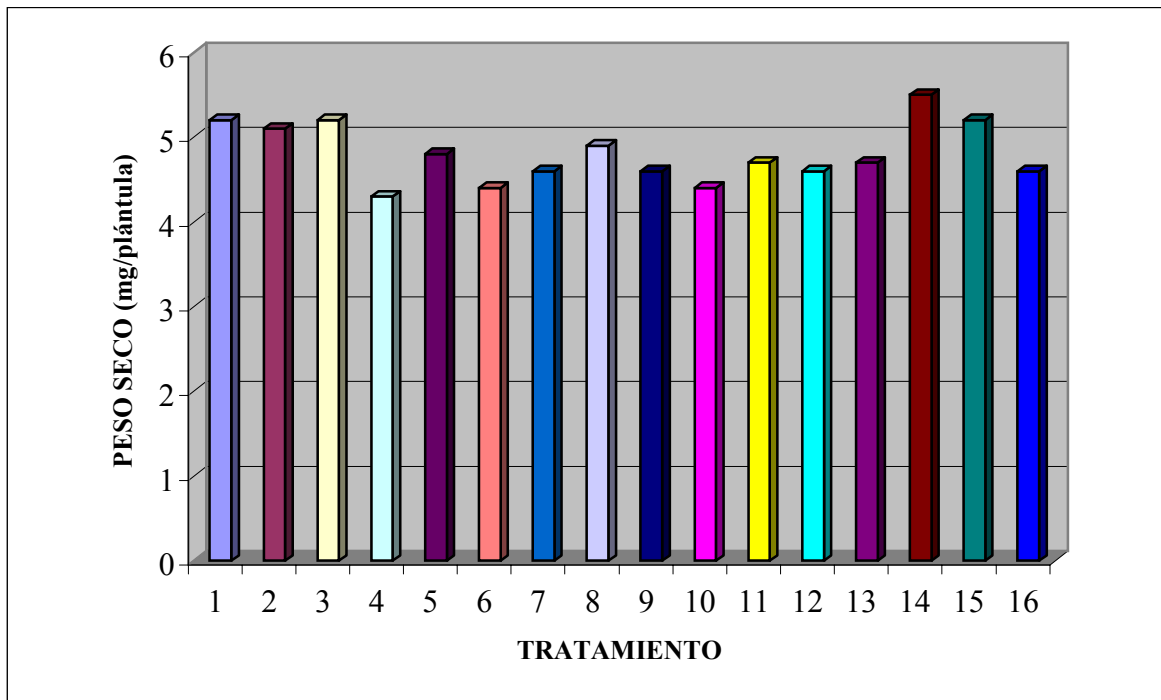
Gráfica 5. Medias para longitud de plúmula (LP) evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



Gráfica 6. Medias para longitud de la radícula (LR) evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



Gráfica 7. Medias para peso fresco (PF) evaluados en el ensayo de germinación estándar.



Gráfica 8. Medias para peso seco (PS) evaluados en el ensayo de germinación estándar.