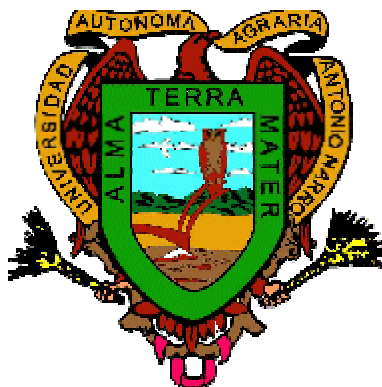


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**Efecto de ALGAENZIMS^{MR} en la germinación y vigor de semillas de
chile ancho (*Capsicum annuum* L.)**

POR:

RICARDO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Efecto de ALGAENZIMS^{MR} en la germinación y vigor de semillas de chile ancho
(*Capsicum annuum* L.)**

POR:

RICARDO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobado por:

Dra. Norma Angélica Ruiz Torres
Presidente del jurado

Ing. Benito Canales López
Sinodal

Dr. Froylán Rincón Sánchez
Sinodal

M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega
Sinodal

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

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2005

AGRADECIMIENTOS

A dios, que antes y sobre todas las cosas me ha dado la vida y por darme fuerza para seguir adelante en mis estudios y en esta vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme abierto sus puertas para estudiar una carrera y proporcionarme las herramientas y conocimientos necesarios para mi formación.

A la Dra. Norma Ruiz Torres mi mas sincero agradecimiento por haberme asesorado y ayudado a la elaboración de este trabajo, por sus consejos y conocimientos que me aportó.

A la T.L.Q. Sandra Luz García Valdez por su apoyo y colaboración con el material de laboratorio para el presente trabajo.

A la empresa PALAU BIOQUÍM S.A de C.V. (Ing. Benito Canales López) por el apoyo en la impresión del documento de tesis.

Al Dr. Froylán Rincón Sánchez y la M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega por su colaboración en este trabajo.

A mis amigos Concepción y Lázaro por ser mis compañeros de clases durante la carrera, por su ayuda y colaboración en esta investigación.

A mis compañeros de la generación que me acompañaron durante la carrera y que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres:

Andrés Hernández Hernández

Manuela Hernández Hernández

Por haberme dado el cariño, apoyo y sabios consejos que gracias a ello me permitieron salir adelante en mis estudios.

Por su amor y confianza que depositaron en mí y por los sacrificios y dedicación que por mí realizaron a quienes les debo la vida.

A mis hermanos

Pedro, Eligia, Juan y Valentín por su apoyo, cariño y comprensión que me brindaron a quienes hoy les debo mucho de lo que soy.

A mis sobrinos

Angélica, Adolfo y Ana Claudia por todo el amor y cariño que les tengo y que gracias a ello me han dado ánimos para que yo salga adelante en esta vida.

A mí cuñada

Maria Guadalupe por su comprensión y confianza depositada hacia mi persona.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen.....	4
Clasificación taxonómica.....	4
Descripción botánica.....	4
Raíz.....	5
Tallo.....	5
Hojas.....	5
Flores.....	5
Fruto.....	5
Semillas.....	6
Concepto de semilla.....	6
Vida latente y longevidad.....	7

Mecanismos que causan latencia.....	8
Germinación.....	9
Requerimientos para la germinación.....	10
El proceso de germinación.....	10
Vigor.....	11
Algas marinas y su efecto en la agricultura.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
Localización.....	16
Material genético.....	16
Diseño experimental.....	16
Modelo estadístico.....	16
Descripción de los tratamientos.....	17
Descripción del producto.....	17
Variables evaluadas en el laboratorio.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	21
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	31
VII. APÉNDICE.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro. 1 Tratamientos evaluados en semilla de chile ancho.....	17
Cuadro 2. Composición del producto “ALGAENZIMS ^{MR} ”.....	18
Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	21
Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	21
Cuadro 5. Comparación de medias de variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	22
Cuadro 6. Comparación de medias para peso fresco y peso seco.....	26
Cuadro 7. Comparación de medias para longitud de plúmula y radícula.....	28

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Medias para plántulas normales evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	25
Gráfica 2. Medias para primer conteo evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	36
Gráfica 3. Medias para plántulas anormales evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	36
Gráfica 4. Medias para semilla muerta evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	37
Gráfica 5. Medias para peso fresco evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	37
Gráfica 6. Medias para peso seco evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	38
Gráfica 7. Medias para longitud de plúmula evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	38
Gráfica 8. Medias para longitud de radícula evaluadas en el ensayo de germinación estándar.....	39

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la dosis mas adecuada de aplicación de ALGAENZIMS^{MR} (polvo y liquido) y AG₃ en la germinación de semillas de chile ancho.

ALGAENZIMS^{MR} es un producto a base de algas marinas que contiene todos los elementos mayores y menores, además de reguladores del crecimiento. AG₃ es un regulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula la germinación.

De estos productos se formaron 16 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Se utilizaron 200 semillas en cada tratamiento con 50 semillas cada repetición. Se realizaron conteos al séptimo día anotando las semillas fisiológicamente germinadas, y conteos a los 14 días evaluando las variables de plántulas normales, plántulas anormales, semillas muertas, peso fresco, peso seco, longitud de plúmula y longitud de radícula

De los resultados que se obtuvieron, el tratamiento con AG₃ en dosis de 100 ppm por 2 horas mostró los mejores resultados para las variables de primer conteo de germinación, plántulas normales, peso fresco y peso seco. Así también, en los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR} líquido, la dosis de 20 ml L⁻¹ por 120 min mostró los mejores resultados para plántulas normales.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a que la semilla tiene una gran importancia en la agricultura, se considera como base fundamental para la propagación de la mayoría de los cultivos, cuyo fin es el obtener plantas con características deseables e incrementos en la producción, manteniendo su integridad genética y la conservación de su especie.

Por lo anterior, es necesario contar con semillas con alto porcentaje de germinación y uniformidad así como su emergencia en campo.

Un bajo porcentaje de emergencia de las plántulas repercutirá de manera directa en la producción de cualquier cultivo, debido a que disminuye la cantidad de plantas requeridas por unidad de superficie recomendada.

Por lo anterior, es necesario contar con un ambiente adecuado para favorecer una germinación rápida y uniforme de las semillas, condición que generalmente el suelo no es lo suficientemente capaz de proporcionar, debido a factores físicos y químicos como son: temperaturas extremas, exceso de humedad, pH y la estructura misma del suelo, así como factores biológicos como plagas y enfermedades que afectan de forma adversa el proceso de germinación.

Los problemas de germinación suceden debido a que las semillas son susceptibles a factores adversos que afectan los diversos eventos metabólicos, que se llevan a cabo dentro de la semilla; y que son determinantes del crecimiento y germinación del embrión.

Varios son los factores que pueden afectar la germinación, sin embargo, un factor determinante en la germinación es el deterioro de la semilla, que es un proceso que incluye cualquier cambio degenerativo irreversible que se presenta después de que la semilla ha alcanzado su máxima calidad. Es por ello que gran parte del éxito en la agricultura depende del uso de semillas de alta calidad que garanticen un alto valor germinativo, vigor y uniformidad.

De ahí la importancia de contar con productos que mejoren la calidad de las semillas. En los últimos años ha tomado importancia el uso de productos químicos a base de fitorreguladores y productos orgánicos a base de algas marinas, con el fin de mejorar y uniformizar el proceso de germinación. Sin embargo, existe poca información sobre la dosis óptima de aplicación en semillas de las diferentes especies de plantas cultivadas.

Es por ello que el presente trabajo va encaminado a la búsqueda de información sobre los efectos de los productos ALGAENZIMS^{MR} líquido y polvo, además de AG₃ en la germinación de semillas de chile ancho.

Objetivos

- ▶ Evaluar la respuesta de germinación y vigor de la semilla de chile ancho al aplicar el producto ALGAENZIMS^{MR}.
- ▶ Determinar la dosis óptima de aplicación del producto ALGAENZIMS^{MR} mediante el ensayo de germinación y vigor de la semilla.
- ▶ Comparar los efectos de las diferentes dosis con el testigo y los tratamientos con ácido giberélico en la germinación y vigor de la semilla.

Hipótesis

- Al aplicar el producto ALGAENZIMS^{MR} en semilla de chile ancho se incrementará el por ciento de germinación y vigor de la semilla.
- Al menos una de las dosis utilizadas en cada producto estimulará mejor la germinación y vigor de la semilla de chile.
- Habrá mejor germinación de la semilla al aplicar el producto ALGAENZIMS^{MR} que al aplicar ácido giberélico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

El género *Capsicum* es originario de América del Sur (Los Andes y de la cuenca alta del Amazonas – Perú, Bolivia y Brasil). *C. annuum* se aclimató en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles (Valdez, 1998).

Clasificación taxonómica (Pérez, Márquez y Peña, 1997)

División.....Angiospermae

Clase.....Dicotyledonea

Subclase.....Metachlamydeae

Orden.....Tubiflorae

Familia.....Solanaceae

Genero.....*Capsicum*

Especie.....*annuum*

N.C.....*Capsicum annuum* L.

Descripción botánica

Según sus propiedades biológicas, el chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuese anual (Pérez, Márquez y Peña, 1997).

Raíz. El sistema de raíces es muy ramificado y veloso. La raíz primaria es corta y bastante ramificada. Algunas raíces llegan a profundidades de 70 hasta 120 cm y, lateralmente, se extiende hasta 120 cm de diámetro alrededor de la planta (Pérez, Márquez y Peña, 1997).

Tallo. Tallo cilíndrico o prismático angular. Su parte inferior es leñosa y se ramifica de manera pseudodicotómica, después que empieza la ramificación, con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en el sentido de la ramificación transitoria de menor importancia (Pérez, Márquez y Peña, 1997).

Hojas. Tiene hojas simples, de forma lanceolada o aovada, formadas por el pecíolo, largo, que une la hoja con el tallo y la parte expandida, la lámina foliar o limbo. Esta es de borde entero o apenas situado en la base (Nuez, Gil y Costa, 1996).

Flores. Hermafroditas, frecuentemente se forman con 6 sépalos, 6 pétalos y 6 estambres. El número de los órganos florales oscila de 5 a 7, el ovario es súpero, frecuentemente di o trilocular y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras, lo cual facilita la autopolinización (Pérez, Márquez y Peña, 1997).

Fruto. Baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja o violeta); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 g (Infoagro, 2003).

Semillas. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 centímetros (Infoagro, 2003).

Concepto de semilla

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

La semilla es una estructura en reposo. Por lo general está sumamente deshidratada, compuesta principalmente de tejido de reserva y rodeada por una cubierta esencialmente impermeable. Los procesos metabólicos están suspendidos o tienen lugar muy lentamente; la semilla está en una condición de vida interrumpida debido principalmente a su carencia de agua y oxígeno (Bidwell, 1993).

Por otro lado semilla, se define en un sentido botánico estricto, como un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal (Camacho, 1994).

En cualquiera de los casos, la semilla consta de tres partes principales (Camacho, 1994):

1. La cubierta o testa: la cubierta envuelve y protege del medio a la almendra; además, desempeña una función básica en la dispersión de la semilla y el control de la germinación.
2. Tejido nutritivo o endospermo: los tejidos nutritivos tienen la función de alimentar al embrión hasta que la fotosíntesis cubre las necesidades de la planta.
3. El embrión: es la parte de la semilla que da origen al nuevo vegetal.

Vida latente y longevidad de la semilla

Latencia es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque disponga de suficiente humedad para embeberse (Camacho, 1994).

La latencia es un estado fisiológico que restringe las posibilidades de la germinación y en el que está disminuido el intervalo de condiciones que permiten la germinación (Curtis y Sue, 2000).

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

La longevidad de la semilla, o sea, el tiempo que dure en la vida latente y con poder germinativo, es muy variable y depende de diversas circunstancias; como la especie de la planta, los tipos de reserva que posean las mismas y del sitio en que se encuentra al salir del fruto.

Una vez que las semillas lleguen a su madurez, se observa en la mayoría de ellas que las células vivas del embrión entran en vida latente; lo cual quiere decir que una de sus funciones como la respiración y nutrición se atenúan notablemente; y otras, como la división celular se suspende por completo.

La maduración de las semillas va acompañada casi siempre por una intensa rehidratación de sus tejidos, fenómeno que permite a las células resistir en vida latente (Ruiz, 1985).

Mecanismos que causan la latencia

Según Camacho (1994) los principales mecanismos que causan letargo en la semilla o lo prolongan impidiendo la germinación son los siguientes:

- Impermeabilidad al agua.
- Baja permeabilidad a los gases.
- Resistencia mecánica al crecimiento del embrión.
- Permeabilidad selectiva a los reguladores del crecimiento.
- Bloques metabólicos.
- Presencia de inhibidores.
- Embriones rudimentarios.
- Adquisición de mecanismos inhibidores.

En muchas semillas sucede que, aunque hayan quedado libres del fruto, no están aptas para germinar debido a que su embrión no ha completado su desarrollo y maduración; si esta semilla se siembra inmediatamente, no germina. Ello se debe probablemente a que

es necesario que se efectúen ciertos cambios metabólicos previos a la germinación (Ruiz, 1985).

Germinación

Se tienen varias definiciones sobre la germinación de la semilla.

El proceso de germinación consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento (Bidwell, 1993).

La germinación es el proceso mediante el que un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta (Camacho, 1994).

La germinación consiste en que el embrión de la semilla, que se encuentra en un estado durmiente, denominado vida latente, reanuda su crecimiento y origina una nueva planta, que en la fase inicial se llama plántula (Fuentes, 1988).

Se llama germinación al fenómeno por el cual el embrión pasa, del estado de vida latente en que se encuentra en la semilla, a un estado de vida activa. En otras palabras, es el desarrollo y transformación del embrión en una nueva y pequeña planta. La germinación termina en el momento en el que la nueva planta, provista de clorofila y de los órganos necesarios, es capaz de bastarse por si sola (Ruiz, 1985).

Proceso que ocurre desde el momento en que el embrión reinicia su crecimiento hasta que la plántula se establece (Cronquist, 2000).

Según la Association of Official Seed Analysts AOSA citado por Sayers (1982) en un laboratorio de semillas la germinación se define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que, de acuerdo a la semilla en estudio, son indicadores de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

La germinación en el laboratorio es la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la habilidad de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables de suelo (Bustamante, 1982).

Requerimientos para la germinación de una semilla

La germinación de una semilla no ocurre hasta que las condiciones sean las requeridas por estas. Según Hartmann y Kester, citado por Camacho (1994), para que la germinación se realice, se necesita que:

1. La semilla sea viable, es decir que tenga un embrión vivo y capaz de crecer.
2. Se tenga la temperatura, aereación y humedad adecuada para el proceso.
3. Se eliminen los bloqueos fisiológicos presentes en las semillas, que impiden la germinación.

El proceso de germinación

Según Van Overbeek citado por rojas (1987), la germinación puede dividirse en los siguientes pasos:

- a) 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.

- b) El embrión empieza a producir AG_3 que actúa sobre la capa de aleurona que rodea el endospermo y la induce a secretar amilasa.
- c) Por acción de la amilasa y maltasa el almidón pasa a glucosa teniendo el embrión energía para su desarrollo.
- d) El embrión empieza a producir citocininas, hormonas que, junto con el AG_3 , inducen síntesis de enzimas y la aleurona pasa a proteína soluble.
- e) Por acción de las citocininas y contando con la energía de la glucosa y 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.
- f) Las células del endospermo, y posteriormente las del embrión, sintetizan auxinas que inducen el alargamiento de los meristemos de la radícula primero y del talluelo después con un rápido crecimiento; las auxinas determinan también el inicio de la diferenciación de los tejidos así como el crecimiento direccional del talluelo hacia arriba, y el de la raíz hacia abajo.

Vigor

La Association of Official Seed Analysts AOSA citado por Sayers (1982) define que el vigor de las semillas comprende “aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial de una rápida y uniforme emergencia, y el desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones en el campo”.

La International Seed Testing Association ISTA citado por Sayers (1982) define que el “vigor en las semillas es la suma de aquellas propiedades que determinan el nivel de

potencial de actividad y comportamiento de una semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas”.

Algas marinas y su efecto en la agricultura

Las algas marinas se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos, principalmente en zonas costeras donde es fácil transportar las algas frescas o parcialmente desecadas a la zona que ha de fertilizarse. Las algas marinas actúan como acondicionador del suelo por su alto contenido de fibra y como fertilizante por su contenido de minerales (FAO, 2002).

El número de especies de algas marinas que se encuentran ahora en el mercado es considerable y pertenecen a los géneros *Macrocystis*, *Eklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum* (Norrie, 2005).

La mayoría de los productos obtenidos de las algas marinas se aplican como suplementos de los nutrientes minerales en programas integradas de nutrición de cultivos. También se usan muchos para producir efectos beneficiosos atribuidos a la presencia de hormonas naturales y otros compuestos que influyen en el crecimiento de las plantas (Norrie, 2005).

Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes de granja porque liberan más lentamente el nitrógeno, son ricas en micro elementos y no traen semillas de malezas (Boraso, Rico, Perales, Pérez y Zalazar, 2005).

Se ha 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 López (1997).

Van Staden (1973) citado por Canales López (1997) menciona que 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 el etileno.

Wilcsek y Ng (1982) citados por Canales López (1997) reportaron la promoción de la germinación de semillas de betabel; Button y Noyes (1964) en semillas de zacate rastrero, cuando fueron tratadas con una mezcla de extractos de algas.

Stephenson (1974) y Senn (1987) citados por Canales López (1997) mencionan que las algas marinas contienen todos los elementos mayores y menores, así como elementos traza.

Nelson y Van Staden (1984, 1986) citados por Canales López (1997) demostraron que la aplicación de extractos de algas al trigo, incrementó significativamente el diámetro de la caña, el número total de espiguillas por espiga y el rendimiento en grano por espiga y por planta.

Núñez (2004) encontró que al aplicar el producto comercial ALGAENZIMS^{MR} a dos variedades de Trigo (Guamuchil y Tonichii) en dosis de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 %, directamente al suelo influye sobre: longitud total, número de hojas por plántula así como en el ancho de hojas. La captación de minerales mostró amplia variabilidad entre las variedades y los tratamientos.

La mejor manera de aplicar las Algaenzimas es en forma foliar a razón de 5cc/L, ya que incrementa los rendimientos en un 21 % mas en comparación con otras formas de aplicación en el cultivo de tomate hidropónico, además permite la obtención de fruta de buena calidad (Francisco, 2003).

Con la aplicación de ALGAENZIMS^{MR} en semillas de cilantro en dosis de 4 ml/L se obtuvo plántulas de mejor vigor y presentando buenas características agronómicas y con la aplicación de 2.0 ml/L se obtuvo un mayor porcentaje de germinación en comparación con el testigo (Díaz, 2002).

Flores (1997) encontró que al aplicar ALGAENZIMS^{MR} 2.0 L/ha al suelo + 1.0 L/ha foliar se observó el mayor incremento en cuanto a rendimiento por planta y rendimiento por hectárea en el cultivo de tomate de cáscara con un 78.4 % respecto al testigo.

Dorantes (1992) obtuvo el mayor rendimiento en el cultivo de cilantro al aplicar ALGAENZIMS^{MR} al suelo en dosis de 8 L/ha con un incremento de un 29.18 % en comparación con el testigo.

Espinosa (1994) encontró un incremento en rendimiento en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L) con la aplicación de la dosis de fertilización 80-40-40 y 8 L/ha de algas marinas.

Vásquez (2002) menciona que la aplicación de ALGAENZIMS^{MR} al 3 % al momento del transplante y al 3 % vía foliar en pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) incrementa el rendimiento superando al testigo en un 30.28 por ciento.

Dorantes (1998) menciona que con la aplicación de dos, seis, ocho, diez ml/L de ALGAENZIMS^{MR} en semillas de soya de la variedad “Cajeme” se logró tener un incremento en la germinación con relación al testigo y con la aplicación de 10ml /L de Algaenzims encontró mejor vigor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

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

Material genético

En este trabajo se utilizó como material genético semilla de chile ancho, variedad San Luis (*Capsicum annuum* L).

Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 16 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento.

Modelo estadístico

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

Donde:

Y_{ij} = Valor observado

μ = Efecto de la media

τ_i = Efecto de los tratamientos

ε_{ij} = Error experimental

Descripción del los Tratamientos.

Los productos aplicados a las semillas en diferentes dosis y tiempos de exposición, se describen a continuación:

Cuadro. 1 Tratamientos evaluados en semilla de chile ancho.

TRATAMIENTOS	PRODUCTO	DOSIS	TIEMPO
T1			
T2	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	30 min.
T3	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	60 min.
T4	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	120 min.
T5	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	30 min.
T6	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	60 min.
T7	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	120 min.
T8	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	30 min.
T9	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	60 min.
T10	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	120 min.
T11	AG ₃	100 ppm	2 h
T12	AG ₃	100 ppm	4 h
T13	AG ₃	100 ppm	6 h
T14	ALGAENZIMS POLVO	100 %	2 h
T15	ALGAENZIMS POLVO	100 %	4 h
T16	ALGAENZIMS POLVO	100 %	6 h

Descripción del producto

ALGAENZIMS^{MR} es un producto biológico orgánico que se extrae de las algas marinas, conserva el máximo de sus componentes sin perder sus atributos y permite a microorganismos que viven en asociación con las algas, como son: fijadoras de nitrógeno del aire, halófilos, mohos y levaduras, gérmenes aeróbicos y mesofilicos, permanecer en estado viable y, al propagarse en el medio donde se aplican, ya sea en forma foliar o al suelo, se potencien y multipliquen sus acciones benéficas, como la fijación de nitrógeno del aire y disminución de la salinidad y otros.

Las algas marinas contienen los siguientes componentes: elementos mayores, menores y elementos traza que ocurren en las plantas; sustancias naturales como: auxinas, citoquininas (citocininas) y giberelinas, algunas en más de 1000 ppm, agentes quelatantes, vitaminas, carbohidratos, proteínas, aminoácidos y complejos enzimáticos.

Sus acciones enzimáticas mejoran (rehabilitan) los suelos y conjuntamente con las acciones de sus demás componentes, vigorizan las plantas.

Cuadro 2. Composición del producto “ALGAENZIMS^{MR}”.

Compuesto		% 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	

Elemento	mg/L (ppm)	Elemento	mg/L (ppm)
Potasio (<i>K</i>)	14 800	Silicio (<i>Si</i>)	4
Nitrógeno (<i>N</i>)	14 500	Cobalto (<i>Co</i>)	2.75
Sodio (<i>Na</i>)	13 660	Bario (<i>Ba</i>)	0.20
Magnesio (<i>Mg</i>)	132	Antimonio (<i>Sb</i>)	< 0.10
Fósforo (<i>P</i>)	750	Estaño (<i>Sn</i>)	< 0.10
Calcio (<i>Ca</i>)	620	Plata (<i>Ag</i>)	< 0.10
Zinc (<i>Zn</i>)	505	Talio (<i>Ta</i>)	< 0.10
Fierro (<i>Fe</i>)	440	Níquel (<i>Ni</i>)	< 0.10
Cobre (<i>Cu</i>)	147	Cadmio (<i>Cd</i>)	< 0.10
Manganeso (<i>Mn</i>)	72	Molibdeno (<i>Mo</i>)	< 0.10

*Inherentes a las algas marinas

Ácido giberélico (AG₃). Regulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el crecimiento de las plantas.

Variables evaluadas en el laboratorio

Germinación estándar. Se utilizaron 200 semillas en cada tratamiento con cuatro repeticiones de 50 semillas, las cuales se sembraron en toallas de papel Anchor húmedo y enrollándose para formar las llamadas “muñecas” o “tacos”. Después de haberse sembrado, los “tacos” se metieron en bolsas de polietileno con el fin de evitar la pérdida de humedad. Posteriormente, se colocaron en la cámara de germinación a una temperatura de 25°C, registrándose las plántulas normales, anormales, y semillas sin germinar. Se realizaron conteos al séptimo día anotando las plántulas fisiológicamente germinadas, es decir, semillas que al menos hayan desarrollado una de sus estructuras esenciales. Todas las plantas que no cumplieron con este criterio se dejaron hasta el final del ensayo de germinación. El segundo conteo se llevó a cabo a los 14 días y se evaluó lo siguiente:

Plántulas normales. Aquellas que presentaron las estructuras esenciales bien desarrolladas e indicativas de su habilidad para producir plantas normales bajo condiciones favorables del suelo.

Plántulas anormales. Presentaron una combinación de defectos en sus estructuras esenciales que limitarán la continuación de su crecimiento y desarrollo.

Semillas muertas. Aquellas que no mostraron ningún signo de desarrollo y comúnmente están flácidas, decoloradas y con presencia de hongos.

Peso fresco. Las plántulas normales que se obtuvieron de la germinación estándar se seleccionaron al azar 5 plántulas por cada repetición y se pesaron en una balanza analítica y el resultado se expresó en mg/planta.

Peso seco de plántula. Las plántulas normales que fueron seleccionadas para peso fresco se colocaron en bolsas de papel destaza perforadas, estas fueron sometidas a un proceso de secado a 65 °C durante 24 horas, posteriormente se pesaron en una balanza analítica y el resultado se expresó en mg / planta.

Longitud media de la raíz. Se seleccionaron al azar 5 plántulas por cada repetición. Las medidas se tomaron con una regla graduada midiéndose desde la punta de la raíz hasta esta la base del tallo de la plántula, registrando los datos en centímetros.

Longitud media de la plumula. Se seleccionaron 5 plántulas al azar. Se midieron desde la base del tallo hasta la punta de la plúmula, lo datos fueron reportadas en centímetros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 3 y 4 se presentan los cuadrados medios y su significancia para las variables evaluadas, en donde se encontraron diferencias altamente significativas para las variables del Primer Cuento (PC), Plántulas Normales (PN), Peso Fresco (PF), Longitud de la Plúmula (LP), y Longitud de Radícula (LR); diferencias significativas para Plántulas Anormales (PA) y no significativos para Semillas Muertas (SM) y Peso Seco (PS).

Cuadro 3. Cuadros medios del análisis de varianza para variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.

FV	GL	PC %	PN %	PA %	SM %	PF (mg/plántula)	PS (mg/plántula)
TRATAMIENTO	15	143.7**	141.5**	50.9*	49.5 ^{NS}	276.5**	0.2 ^{NS}
ERROR	48	43.6	44.1	24.9	36.6	14.1	0.2
CV %		8.7	9.4	37.9	36.8	9.3	11.7

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

NS= No significativo; CV= Coeficiente de variación; PC= Primer conteo; PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales, SM= Semillas muertas, PF= Peso fresco y PS= Peso seco.

Cuadro 4. Cuadros medios del análisis de varianza para variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.

FV	GL	LP (cm)	LR (cm)
TRATAMIENTO	15	13.6**	18.2**
ERROR	304	0.4	3.1
CV %		14.4	21.7

** Altamente significativo al nivel de probabilidad de 0.01; CV= Coeficiente de variación; LP= Longitud de plúmula y LR= Longitud de radícula.

De acuerdo con estos resultados se realizó la comparación de medias de los tratamientos utilizando el método de Tukey al 0.05 (Cuadros 5, 6 y 7).

Cuadro 5. Comparación de medias de variables evaluadas en el ensayo de germinación estándar.

TRATAMIENTOS		DOSIS	TIEMPO	PC ^{††} %	PN %	PA %	SM %
T1	TESTIGO			80.0 A	73.0 ABC	11.0	16.0
T2	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	30 min	83.0 A	77.0 AB	11.0	12.0
T3	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	60 min	80.0 A	76.0 AB	9.0	15.0
T4	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	120 min	70.0 AB	66.0 ABC	14.0	20.0
T5	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	30 min	78.0 A	73.0 ABC	10.0	17.0
T6	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	60 min	72.0 AB	63.0 ABC	18.0	19.0
T7	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	120 min	80.0 A	78.0 AB	9.0	13.0
T8	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	30 min	75.0 AB	71.0 ABC	10.0	19.0
T9	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	60 min	74.0 AB	69.0 ABC	17.0	14.0
T10	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	120 min	73.0 AB	69.0 ABC	16.0	15.0
T11	AG ₃	100 ppm	2 h	84.0 A	80.0 A	8.0	12.0
T12	AG ₃	100 ppm	4 h	78.0 A	74.0 ABC	10.0	16.0
T13	AG ₃	100 ppm	6 h	83.0 A	74.0 ABC	15.0	11.0
T14	POLVO (ALGAENZIMS)	100%	2 h	73.0 AB	70.0 ABC	13.0	17.0
T15	POLVO (ALGAENZIMS)	100%	4 h	60.0 B	59.0 C	17.0	24.0
T16	POLVO (ALGAENZIMS)	100%	6 h	73.0 AB	62.0 BC	18.0	20.0
TUKEY				16.9	17.0	12.8	15.5

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

†† Para PC se consideró la emergencia de la radícula como germinación fisiológica.

Primer Conteo (PC)

Para esta variable se encontró que el tratamiento 11 (Ácido Giberélico 100 ppm por 2 horas) mostró el valor más alto con un 84 % de germinación, seguido por los tratamientos 13 (Ácido Giberélico 100 ppm por 6 h) y 2 (ALGAENZIMS^{MR} 40 ml L⁻¹ por 30 minutos) ambos con valores de 83 % de germinación. Los tres tratamientos son estadísticamente iguales, y no mostraron ser diferentes al testigo. Cabe mencionar que los tratamientos con Ácido Giberélico (T11, T12 y T13) no superaron al testigo. En el caso de los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR} polvo, todos fueron inferiores al testigo,

siendo el T15 el más bajo de todos con un 60 % de germinación y que es diferente estadísticamente al testigo (Cuadro 5).

Plántulas Normales (PN)

Para esta variable (Cuadro 5), nuevamente el T11 (Ácido Giberélico 100 ppm por 2 h) resultó ser el mejor de todos con un 80 % de plántulas normales, seguido por el T7 (ALGAENZIMS^{MR} 20 ml L⁻¹ por 120 min) con 78 % y el T2 (ALGAENZIMS^{MR} 40 ml L⁻¹ por 30 min) con 77 % en tercer lugar, siendo estadísticamente iguales y superiores a los demás. Así los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR} líquido (7, 2 y 3) superaron al testigo. Mientras que los tratamientos con ácido giberélico a menor tiempo de exposición de la semilla con el producto, mayor resultó ser el por ciento de plántulas normales. Los tratamientos de ALGAENZIMS^{MR} polvo estuvieron por debajo del testigo y nuevamente el T15 fue el mas bajo de todos. La diferencia entre el mejor tratamiento (T11) y el que obtuvo el menor valor (T15) fue de 21 %.

Esto coincide con los resultados encontrados por Camarillo en 2004 que el tratamiento de semillas de chile ancho con ácido giberélico 100 ppm, presentó valores superiores en cuanto al por ciento de germinación comparado con el testigo que reportó porcentaje mas bajo con diferencia de 15 %. También concuerda con los resultados encontrados por Blanco (1992) donde el porcentaje mas elevado de germinación de semillas de cilantro se obtuvo al aplicar una solución de AG₃ a 3 ppm, superando al testigo con 10.91 %.

Hernández en 2002 obtuvo la mejor estimulación de la germinación en semillas de maíz y trigo con Ácido Giberelico en dosis de 600 y 900 ppm.

Weaver en 1972 citado por Rojas (1987) menciona que en camelia, las soluciones de AG₃ a 100 ppm aumentaron la tasa de germinación y el crecimiento inicial.

En Chile piquín (*Capsicum annuum* L.) experimentos preliminares mostraron que en semillas humedecidas con AG₃ de 500 a 1000 ppm aumenta el porcentaje y la tasa de la germinación (Rojas, 1987).

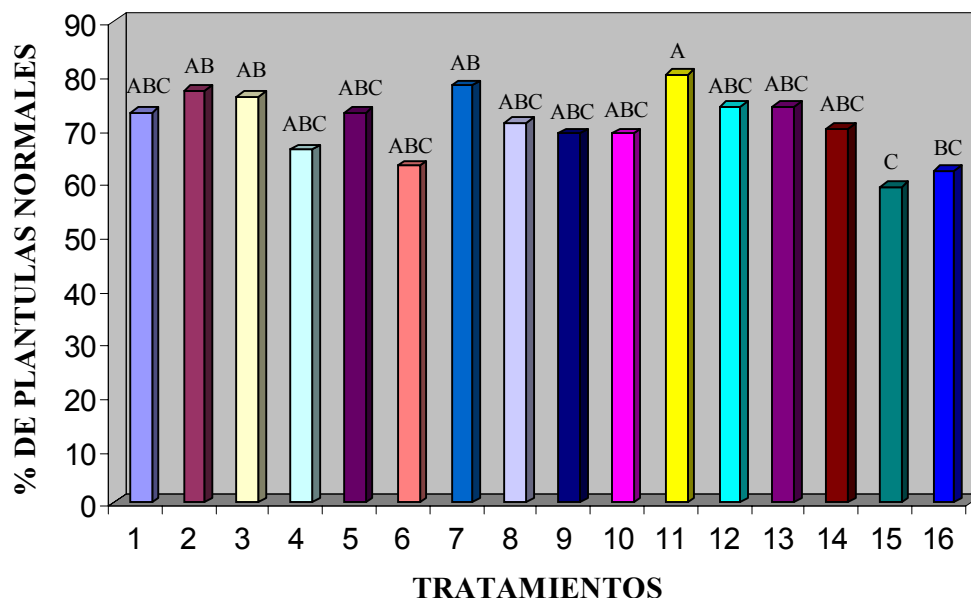
También coincide con lo reportado por Wilcsek y Ng citados por canales (1997) en semillas de betabel cuando fueron tratadas con una mezcla de extracto de algas, encontraron la promoción de la germinación e igualmente Button y Noyes, en semillas de zacate rastrero.

Vega en 1999 encontró que al aplicar ALGAENZIMS^{MR} a dosis bajas (0.2 ml) obtuvo mayor efecto para la variable por ciento de germinación con respecto al testigo con diferencias de 4.5 %.

Peña en 2004 encontró que en semillas de frijol, al aplicar 50 % de polímero + 50 % de H₂O y 1.5 g de ALGAENZIMS^{MR} hubo un incremento en la germinación y vigor de la planta en comparación con el testigo que fue menor.

Díaz (2002) al aplicar ALGAENZIMS^{MR} en dosis de 3.0 y 3.5 ml/L obtuvo los mejores resultados en la germinación de semillas de cilantro.

Gráfica 1. Medias para plántulas normales evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



Plántulas Anormales (PA)

De acuerdo a los datos numéricos se observó que el tratamiento 11 (Ácido Giberélico 100 ppm por 2 h) presentó menor por ciento de plántulas anormales con un 8 %, seguido por los tratamientos 3 (ALGAENZIMS^{MR} 40 ml L⁻¹ por 60 min) y 7 (ALGAENZIMS^{MR} 20 ml L⁻¹ por 120 min) ambos con de 9 % de plántulas anormales. En los tratamientos con AG₃ se observó que conforme se incrementó el tiempo de exposición de la semilla con el producto, mayor fue la cantidad de plántulas anormales. El tratamiento 6 (ALGAENZIMS^{MR} 20 ml L⁻¹ por 60 min) y el tratamiento 9 (ALGAENZIMS^{MR} por 20 ml L⁻¹ 60 min) mostraron mas plántulas anormales con valores de 18 y 17 %, respectivamente (Cuadro 5).

Semillas Muertas (SM)

En esta variable el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 2). Sin embargo se puede observar que el tratamiento 13 (Ácido Giberélico 100 ppm por 6 h) fue el que presentó menor por ciento de semilla muerta con un valor de 11 %, seguido por los tratamientos 2 (ALGAENZIMS^{MR} 40 ml L⁻¹ por 30 min) y 11 (Ácido Giberélico 100 ppm por 2 h) con valores de 12 por ciento de semillas muertas, respectivamente. El tratamiento 15 (ALGAENZIMS^{MR} polvo 100 % por 4 h) fue el que presentó mayor número de semillas muertas con un 24 %, seguido por los tratamientos 16 (ALGAENZIMS^{MR} polvo 100 % por 6 h) y 4 (ALGAENZIMS^{MR} 40 ml L⁻¹ por 120 min) ambos con 20 % (Cuadro 5).

Cuadro 6. Comparación de medias para peso fresco y peso seco.

TRATAMIENTOS		DOSIS	TIEMPO	PF (mg/plántula)		PS (mg/plántula)
T1	TESTIGO			42.5	CD	3.9
T2	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	30 min	40.4	CDE	3.6
T3	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	60 min	34.3	DEF	3.7
T4	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	120 min	32.3	EFG	3.3
T5	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	30 min	38.1	CDEF	3.6
T6	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	60 min	24.4	G	3.4
T7	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	120 min	44.9	BC	3.7
T8	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	30 min	47.3	ABC	4.0
T9	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	60 min	34.2	DEF	3.9
T10	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	120 min	29.9	FG	3.6
T11	AG ₃	100 ppm	2 h	56.9	A	4.1
T12	AG ₃	100 ppm	4 h	53.3	AB	3.8
T13	AG ₃	100 ppm	6 h	43.4	CD	4.0
T14	POLVO (ALGAENZIMS)	100 %	2 h	40.9	CDE	3.8
T15	POLVO (ALGAENZIMS)	100 %	4 h	38.3	CDEF	3.7
T16	POLVO (ALGAENZIMS)	100 %	6 h	42.8	CD	3.9
TUKEY				9.6		1.1

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

Peso Fresco (PF)

En esta variable, el Ácido Giberélico con 100 ppm por 2 horas (T11) fue el que arrojó mejor resultado sobre el resto de los tratamientos, al presentar un peso de 56.9 mg/plántula, seguido por el tratamiento 12 (Ácido Giberélico 100 ppm por 4 h) y el tratamiento 8 (ALGAENZIMS^{MR} 10 ml L⁻¹ por 30 min) con pesos de 53.3 mg/plántula y 47.3 mg/plántula, respectivamente, siendo estadísticamente iguales. Cabe mencionar que los tratamientos con Ácido Giberélico con 100 ppm por 2 h y 4 h (T11 y T12) difieren estadísticamente con el testigo, ya que este presentó 42.5 mg/plántula de peso fresco, con diferencias de 14.4 % y 10.8 %, respectivamente. Se puede observar también que los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR}, (T7 y T8) superaron al testigo. El tratamiento donde se observó menor peso fresco fue el 6 (ALGAENZIMS^{MR} 20 ml L⁻¹ por 60 min) con un peso de 24.4 mg/plántula (Cuadro 6).

Peso Seco (PS)

En esta variable no se encontró diferencias significativas entre tratamientos en el análisis de varianza, sin embargo, según los datos numéricos se demuestra que el tratamiento 11 (Ácido Giberélico 100 ppm por 2 h) fue el que arrojó mayor resultado con un peso de 4.1 mg/plántula, seguido por los tratamientos 8 (ALGAENZIMS^{MR} 10 ml L⁻¹ por 30 min) y 13 (Ácido Giberélico 100 ppm por 6 h) ambos con pesos de 4.0 mg/plántula. Estos tratamientos son los únicos que superaron numéricamente al testigo, el resto de los tratamientos fueron iguales o inferiores al testigo, cabe mencionar que los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR}, solamente el tratamiento 8 superó con 0.1 g al testigo (Cuadro 6).

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

TRATAMIENTOS		DOSIS	TIEMPO	LP (cm)		LR (cm)	
T1	TESTIGO			4.2	BC	8.5	AB
T2	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	30 min	4.1	BCD	7.8	BC
T3	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	60 min	4.2	BC	8.3	ABC
T4	ALGAENZIMS	40 ml L ⁻¹	120 min	4.0	BCD	7.4	BC
T5	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	30 min	4.6	B	7.0	BC
T6	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	60 min	3.5	D	6.4	C
T7	ALGAENZIMS	20 ml L ⁻¹	120 min	4.0	BCD	8.3	AB
T8	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	30 min	4.1	BCD	9.9	A
T9	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	60 min	3.8	CD	9.9	A
T10	ALGAENZIMS	10 ml L ⁻¹	120 min	3.7	CD	7.9	BC
T11	AG ₃	100 ppm	2 h	6.0	A	8.7	AB
T12	AG ₃	100 ppm	4 h	6.1	A	8.4	AB
T13	AG ₃	100 ppm	6 h	5.8	A	7.0	BC
T14	POLVO (ALGAENZIMS)	100 %	2 h	4.0	BCD	8.4	AB
T15	POLVO (ALGAENZIMS)	100 %	4 h	4.1	BCD	7.7	BC
T16	POLVO (ALGAENZIMS)	100 %	6 h	3.7	CD	8.4	AB
TUKEY				0.7		1.9	

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

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

Longitud de Plúmula (LP)

En esta variable (Cuadro 7) se observó que los tratamientos 11 (Ácido Giberélico 100 ppm por 2 h), 12 (Ácido Giberélico 100 ppm por 4 h) y 13 (Ácido Giberélico 100 ppm por 6 h) fueron los mejores y que difieren estadísticamente de los demás tratamientos, incluyendo al testigo que presentó 4.2 cm de longitud de plúmula. Siendo el tratamiento 12 con el valor mas alto, con una longitud de 6.1 cm seguido por el tratamiento 11 y el tratamiento 13 con valores de 6.0 cm y 5.8 cm, respectivamente. En cuanto a los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR} el único tratamiento que superó al testigo, fue el tratamiento 5 (ALGAENZIMS^{MR} 20 ml/L⁻¹ por 30 min) con 4.6 cm, siendo el tratamiento 6 (ALGAENZIMS^{MR} 20 ml/L⁻¹ por 60 minutos) el mas bajo de ellos y el mas bajo de todos los tratamientos. Todos los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR} polvo fueron inferiores al testigo (Cuadro 7).

Lo anterior coincide con lo estudiado por Hernández (2002), que en semillas de maiz, al aplicar Ácido Giberélico en dosis de 300, 600 y 900 ppm existe un estímulo sobre la longitud de la plúmula al presentar resultados positivos.

Longitud de Radícula (LR)

Con respecto a la longitud media de la radícula se observó que los tratamientos 8 (ALGAENZIMS^{MR} 10 ml L⁻¹ por 30 min) y 9 (ALGAENZIMS^{MR} 10 ml L⁻¹ por 60 min) obtuvieron ambos los valores mas altos con 9.9 cm y resultaron estadísticamente iguales, seguidos por el tratamiento 11 (Ácido Giberélico 100 ppm por 2 h) con 8.7 cm y el testigo con 8.5 cm que a la vez son estadísticamente iguales a las anteriores. Cabe mencionar que los tratamientos T8, T9 y T11 superaron numéricamente al testigo, el resto fueron iguales o inferiores. De los tratamientos con Ácido Giberélico, el único tratamiento que superó numéricamente al testigo, fue el tratamiento 11 (Ácido Giberélico, 100 ppm por 2 h) con 8.7 cm (Cuadro 7).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir lo siguiente.

- En los tratamientos con ácido giberélico, la dosis de 100 ppm por 2 horas mostró los mejores resultados para las variables de primer conteo de germinación, plántulas normales, peso fresco y peso seco, superando al testigo con un 7 % para el caso de plántulas normales.
- En el caso de los tratamientos con ALGAENZIMS^{MR} líquido, la dosis de 20 ml L⁻¹ por 120 min, mostró los mejores resultados para plántulas normales, teniendo ventaja sobre el testigo en un 5 % y para el caso de peso fresco y peso seco, el tratamiento con 10 ml L⁻¹ por 30 minutos fue el más alto.
- El tratamiento con ALGAENZIMS^{MR} líquido podría ser una alternativa para incrementar el por ciento de germinación en semilla de chile ancho.
- Tanto los tratamientos con Ácido Giberélico como los de ALGAENZIMS^{MR} mostraron resultados positivos sobre la germinación de la semilla.
- La aplicación de ALGAENZIMS^{MR} polvo no es una forma factible de uso, ya que se obtuvieron los resultados más bajos en la germinación, esto podría atribuirse a que el producto en polvo no puede ser absorbido o aprovechado por la semilla de manera eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

Bidwell, R.G.S. 1993. Fisiología vegetal. AGT Editor, S.A. México, D.F. p. 75

Blanco, B. M. 1992. Uso de GA₃ para promover la germinación en semillas de cilantro *Coriandrum sativum* L. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 28-33.

Boraso A., A. Rico, S. Perales, L. Pérez y H. Zalazar. 2005. Utilización de algas marinas en agricultura. En línea en la dirección:

<http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Algasmарinas/aplagricu.htm>

Bustamante, L. 1982. Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Temillas. p. 103.

Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas causas y tratamientos. Editorial Trillas. México D.F. pp. 9-20.

Canales, L. B. 1997. Las Algas en la Agricultura Orgánica. Consejo Editorial del Estado de Coahuila. Saltillo, Coahuila, México. pp. 25-32.

Cronquist, A. 2000. Introducción a la Botánica. Compañía Editorial Continental. México, D.F. p. 612.

Curtis, H. y N. B. Sue. 2000. Biología. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España p. 952.

Díaz, G. C. 2002. Aplicación de ALGAENZIMS^{MR} y su efecto en germinación y vigor de semilla de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 51.

Dorantes, G. A. 1998. Efecto de ALGAENZIMS^{MR} y Maxiplex en la viabilidad y calidad de semilla de soya. XVII Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética
p. 150.

Dorantes, G. A. L. P. 1992. Respuesta del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a diferentes dosis y formas de aplicación de algas marinas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 78.

Espinosa, M. M. 1994. Respuesta del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a la fertilización, ácidos húmicos y algas marinas en San Juan de Amargos, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. p. 82.

FAO. 2005. La industria de las algas marinas. Disponible en línea en la dirección: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/004/Y3550S/Y3550S00.htm

Flores, F. G. 1997. Evaluación de extractos de algas marinas (ALGAENZIMS^{MR}) en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) cv. Imperial. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 66.

Francisco, F. N. 2003. Formas de aplicación de ALGAENZIMS^{MR} en Tomate hidropónico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 45.

Fuentes Y, J. L. 1988. Botánica Agrícola. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 71.

Hernández, G. G. A. 2002. Estimulación de la germinación de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) y Trigo (*Triticum aestivum* L.) Mediante Biorreguladores Sintéticos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 30-32 y 41.

Infoagro. 2003. El cultivo del pimiento. Disponible en línea en la dirección: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Autónoma de México. México, D. F. p. 63.

Norrie, J. 2005. Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura. Disponible en línea en la dirección: <http://www.terralia.com/revista15/pagina26.htm>

Nuez, F., R. Gil y J. Costa. 1996. Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 80.

Núñez, G. A. 2004. Efecto de ALGAENZIMS^{MR} sobre el crecimiento y perfil de minerales de dos variedades de trigo *Triticum aestivum* L., en etapa temprana. Disponible en línea en la dirección: http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/especiales/ee-6-2004/resumenes_juany/26.htm

PALAU BIOQUÍM S.A de C.V. 2005. Disponible en línea en la dirección: <http://www.palaubioquim.com.mx/hub.cfm/algaenzims/index.htm>

Peña, B. A. 2004. Aplicación de ALGAENZIMS^{MR} con Agrofilm en el crecimiento y rendimiento de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 27, 28 y 48.

Pérez, G. M., S. F. Márquez y L. A. Peña. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Edo. de México. pp. 115-118.

Rojas, G. M. y H. Ramírez. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Editorial Limusa. México, D.F. p. 103-105 y 109.

Ruiz O. M. 1985. Tratado elemental de Botánica. Editorial Científica Latino Americana Larios. México, D.F. pp. 244-251.

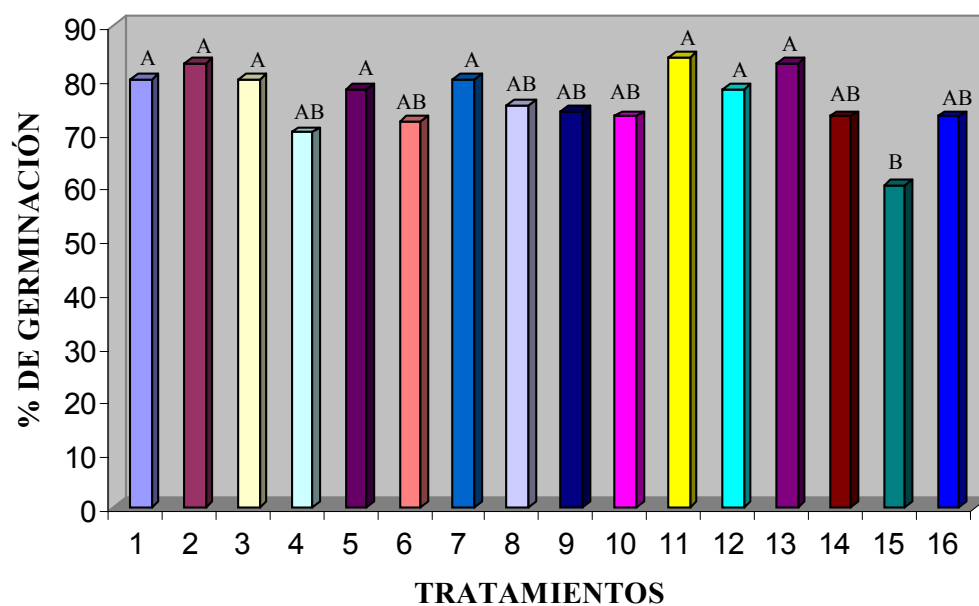
Sayers, R. 1982. Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. pp. 129 y 132.

Valdez, L. J. y M. D. López de V. 1998. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México, D. F. p. 186.

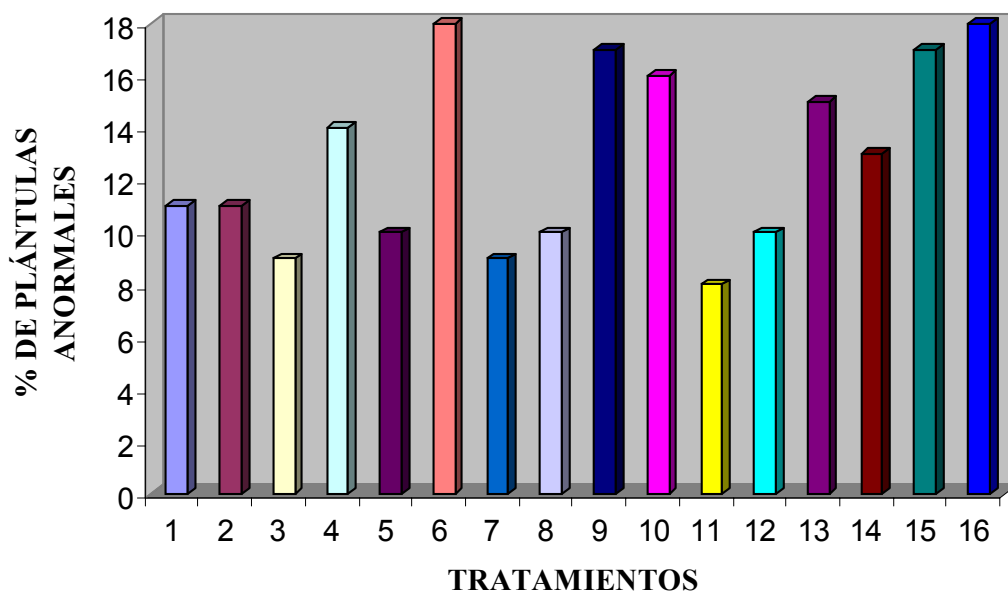
Vásquez, L. V. 2002. Extractos de algas marinas en la producción de Pimiento Morrón (*Capsicum annum* L.) CV. El Paso Real (HA1195). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila., México. pp. 55-57.

Vega, Z. L. 1999. Efecto de productos hormonales sobre la germinación y vigor en semilla de cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 44, 45 y 55.

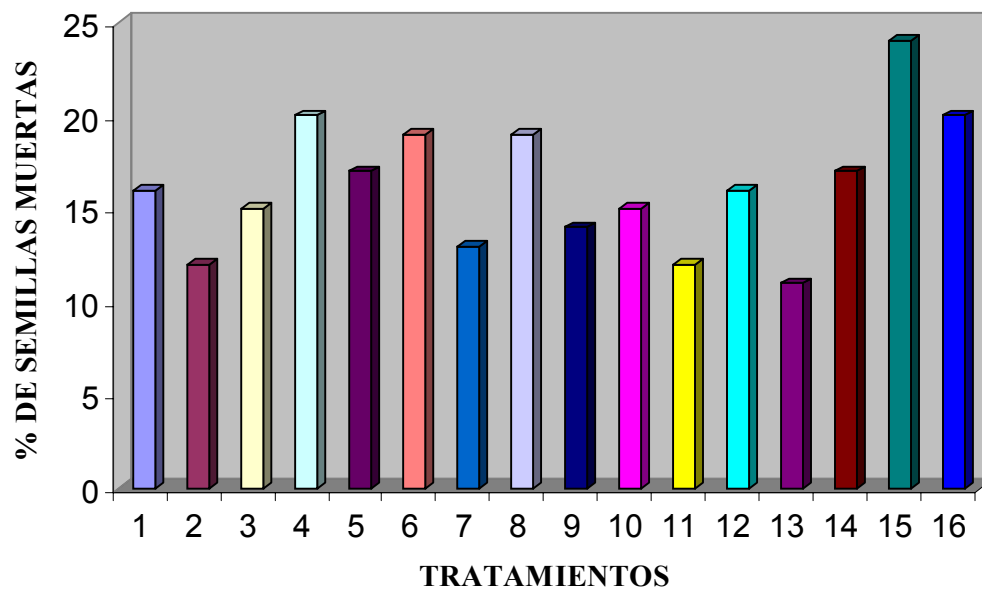
APÉNDICE



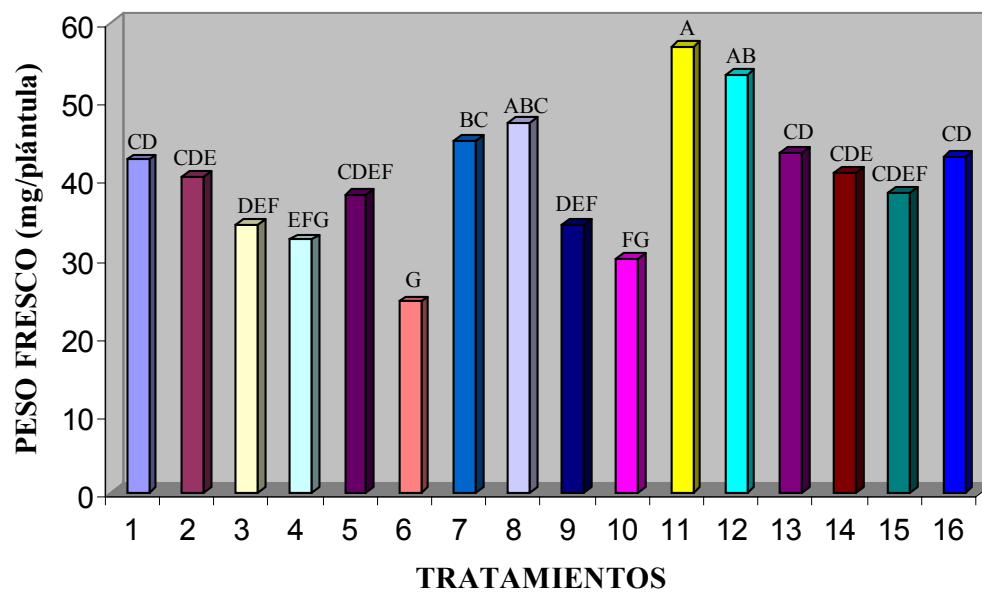
Gráfica 2. Medias para primer conteo evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



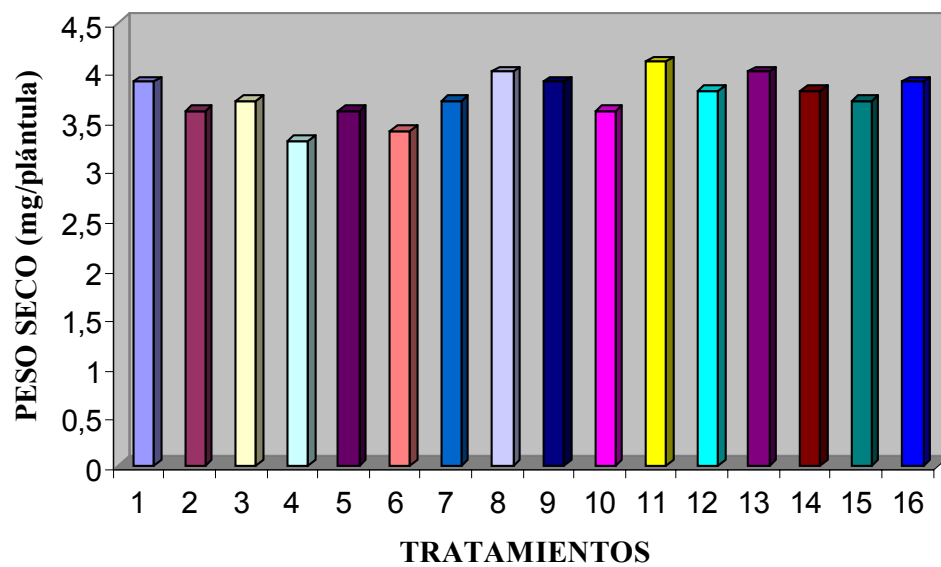
Gráfica 3. Medias para plántulas anormales evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



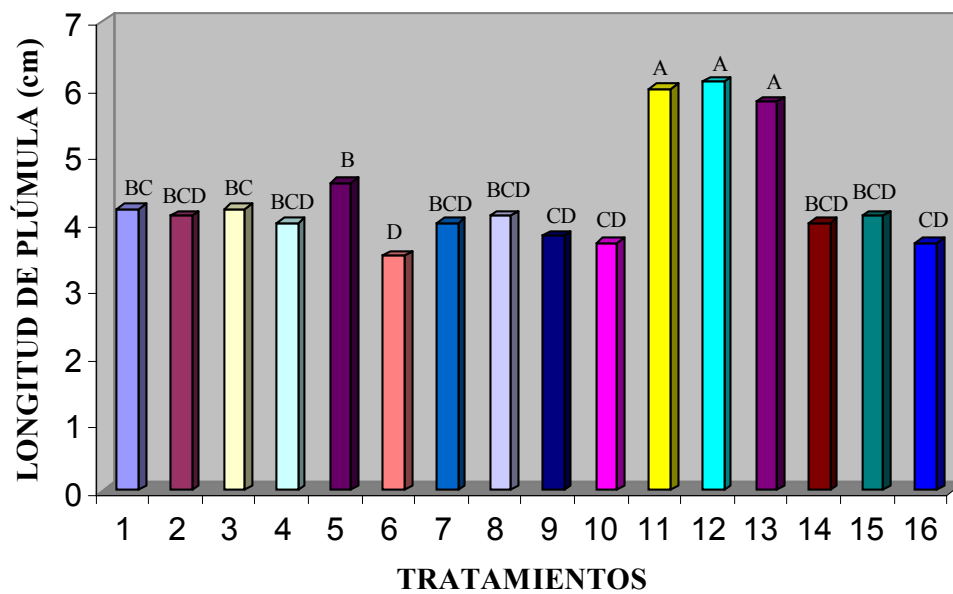
Gráfica 4. Medias para semillas muertas evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



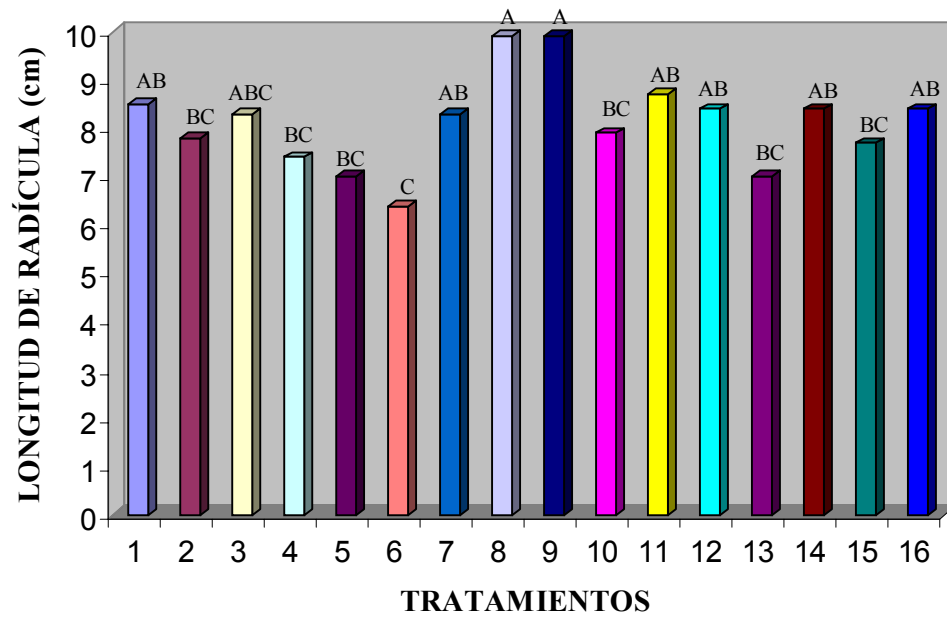
Gráfica 5. Medias para peso fresco evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



Gráfica 6. Medias para peso seco evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



Gráfica 7. Medias para longitud de plúmula evaluadas en el ensayo de germinación estándar.



Gráfica 8. Medias para longitud de radícula evaluadas en el ensayo de germinación estándar.