

PROMOTORES DE LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO EN LA  
SEMILLA DE AJO (*Allium sativum* L.) VARIEDAD TAIWAN

MARIA TERESA RUIZ DE LEÓN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial  
para Obtener el Grado de  
Maestro en Ciencias  
en Tecnología de Semillas



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

*Buenavista, Saltillo, Coah.*

DICIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

PROMOTORES DE LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO EN LA  
SEMILLA DE AJO (*Allium sativum* L.) VARIEDAD TAIWAN

TESIS

POR

MARÍA TERESA RUIZ DE LEÓN

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y  
Aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

\_\_\_\_\_  
M. C. Federico Facio Parra

Asesor:

\_\_\_\_\_  
M. P. María Alejandra Tapia Torres

Asesor:

\_\_\_\_\_  
M. C. Antonio Valdez Oyervides

\_\_\_\_\_  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 2008

## INDICE

	<b>Página</b>
INDICE DE CUADROS.....	<i>xii</i>
INDICE DE FIGURAS.....	<i>xiii</i>
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Origen del cultivo de ajo.....	7
Variedad.....	7
Algaenzims MR:.....	25
Gibermass.....	35
MATERIALES Y METODOS.....	38
X	
Ubicación del Experimento.....	38
Material Genético.....:	38
Tratamiento.....	40

Variables evaluadas.....	41
Índice de velocidad de emergencia.....	41
Longitud media de plúmula y radícula.....	42
Invernadero.....	42
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	44
RESULTADOS y DISCUSION.....	46
CONCLUSIONES.....	58
RESUMEN.....	59
LITERATURA CITADA.....	61

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
2.1	Contenido químico del fertilizante Algaenzims MR.....	24
2.2	Porcentaje en peso de Algaenzims MR.....	26
3.1	Composición porcentual de Gibermass.....	38
3.2	Tratamientos y dosis utilizadas de Algaenzims MR y Gibermass aplicadas a la semilla de ajo.....	39
4.1	Cuadrados Medios para Índice de Velocidad de Emergencia (IVE); Longitud Media de Plúmula (LMP); Longitud Media de Raíz (LMR).....	47
4.2	Comparación de medias para Índice de Velocidad de Emergencia (IVE); Longitud Media de Plúmula (LMP); Longitud Media de Raíz (LMR).....	47
4.3	Comparación de medias para la variable altura de plántula en invernadero.....	54
4.4	Comparación de medias de los meses evaluados para altura de planta.....	54

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
4.1	Plántula normal de ajo morado ( <i>Allium sativum</i> L.) variedad Taiwán.....	45
4.2.	Semilla de ajo morado ( <i>Allium sativum</i> L.) variedad Taiwán. sin germinar.....	45
4.3	Cuadrados medios de la variable Índice de velocidad de Emergencia de semilla de ajo morado variedad Taiwán.....	48
4.4	Comportamiento de la velocidad de emergencia de la semilla de ajo por día.....	49
4.5	Cuadrados medios de la variable longitud media de plúmula de semilla de ajo morado variedad Taiwán.....	51
4.6	Cuadrados medios para la variable longitud media de raíz de semilla de ajo morado variedad Taiwán.....	53

## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por aceptarme para continuar mis estudios y al **Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas** (CCDTTS) por darme la oportunidad para superarme profesional y personalmente.

Al **M. C. Federico Facio Parra**, por su apoyo en la estructuración del tema de investigación, por los conocimientos enseñados, así como el apoyo y dedicación brindados, pero sobre todo por la confianza depositada en mí.

A la **M.P. Alejandra Torres Tapia** por sus aportaciones en estructurar el tema de investigación y su orientación técnica en el desarrollo de la misma gracias por sus amistad.

Al **M.C. Antonio Valdez Oyervides** por los consejos y sugerencias aportadas al trabajo de investigación.

Al **Ing. Benito Canales López** por haberme brindado el material para la realización de este trabajo.

Al **Dr. Víctor Manuel Zamora Villa** por su apoyo en el análisis estadístico y su interpretación.

A **todos los maestros del CCDTS** por transmitirme conocimientos que serán muy importantes en mi desarrollo profesional.

A **T. A. Francisca Calvillo Ramírez, a T. A. Sandra L. García y** quienes me brindaron su amistad y apoyo en todo momento.

Al **Ing. José Ángel de la Cruz B**, quien me apoyo para realizar el trabajo en invernadero.

A mis **amigos y compañeros del CCDTS** con quien compartí momentos muy agradables.

## DEDICATORIA

### **A MIS PADRES:**

***Marcelino Ruiz Hernández y Concepción de León Ledesma.***

Por ustedes he salido adelante en esta segunda etapa que decidí emprender, gracias por su amor, apoyo y confianza que han depositado en mí, los amo y admiro mucho.

### **A MIS HIJOS:**

***Christian, Halenia y Aldo***

Por ser la motivación y mi fuerza continúa para seguir cumpliendo mis metas y objetivos, gracias por llenar mi vida de amor, alegría y satisfacciones.

### **A MIS HERMANOS:**

***Pablo, Beatriz, Amalia, Patricia y Jaime***

Por el gran amor que nos ha mantenido unidos, gracias por su apoyo incondicional que siempre me han brindado.

### **A MIS CUÑADOS:**

***Baltasar, Leopoldo Federico y Patricia***

Con mucho cariño y respeto por los momentos que juntos hemos compartido y apoyos brindados

Y muy especial a mis sobrinos; Pablo, Vanesa, Natalia y Roldan por dar grandes momentos de felicidad, por los que los quiero mucho, esperando que en un futuro pueda ser un buen ejemplo a seguir para ellos.

## COMPENDIO

Promotores de la Germinación y Desarrollo en la Semilla de Ajo (*Allium sativum* L.) Variedad Taiwán.

POR

Maria Teresa Ruiz de León

MAESTRÍA

TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE 2008

M. C. Federico Facio Parra –asesor-

Palabras claves: Ajo Variedad Taiwán, Germinación, Vigor,  
Algaenzims, Gibermass

La presente investigación se realizó con el objetivo de encontrar el efecto de AlgaenzimsMR y Gibermass, así como determinar el mejor promotor y su dosis en la germinación y el desarrollo de plántula de semilla de Ajo (*Allium sativum* L.) variedad Taiwán.

El trabajo se llevo a cabo en dos etapas: la primera bajo condiciones de laboratorio, usando los dos promotores en sus combinaciones y dosis que consistieron en: Gibermass en la dosis recomendada (100g/500L de agua) para el tratamiento uno; para el T dos AlgenzimsMR dosis recomendada por el fabricante (500 ml/ 100 L de agua); T tres Algaenzims MR (50%); T cuatro Gibermass (50%); T cinco Algaenzims MR+ Gibermass (50% + 50%); T seis, Algaenzims MR (75%); T siete, Algaenzims MR (25%); T ocho, Algaenzims MR + Gibermass (25% + 25%) y el T nueve que fue el testigo. Se hicieron pruebas de germinación, vigor (longitud de plùmula y radícula de las semillas de ajo tratadas con los promotores. La segunda etapa se llevo bajo condiciones de invernadero con las mismas plantas usadas para la prueba de germinación de laboratorio, tomado lecturas de longitud de hoja.

Los resultados del estudio mostraron que el Algaenzims MR en la dosis recomendada por el fabricante provocaron los mejores resultados en la semilla de ajo en el índice de velocidad de emergencia, la dosis de 100g/500L de agua recomendada por el fabricante fue la que provocó mejor efecto en la semilla de ajo variedad Taiwán en el laboratorio. En el invernadero las plantas obtuvieron mayor longitud al aplicar Algenzims MR como abonado foliar al 0.5%.

## ABSTRAC

Promoters of Germination and Development in the Seed of Garlic (*Allium sativum* L.) Variety Taiwan.

BY

Maria Teresa Ruiz de León

MASTER

IN SEEDS TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIAN NARRO ANTONIO  
BUENAVISTA MONTERREY, COAHUILA, DECEMBER 2008

M.C. Federico Facio Parra - Advisor-

Keywords: garlic variety Taiwan, germination, force, Algaenzims, Gibermass,

research was conducted with the aim of finding the best effect of AlgaenzimsMR and Gibermass, as well as determine the best promoter and their doses in germination and development of seed of garlic seedling (*Allium sativum* L.) variety Taiwan.

Work took place in two stages: the first under laboratory conditions using two developers in their combinations and doses consisted in: Gibermass the recommended dose (100 g / 500 L water) treating one; for two, T AlgaenzimsMR recommended by the manufacturer dose (500 ml / 100 L water); three T, AlgaenzimsMR (50 %); four T, Gibermass (50 %); five, T AlgaenzimsMR Gibermass (50 % 50 %); six T, AlgaenzimsMR (75 %); seven T, AlgaenzimsMR (25 %); eight T AlgaenzimsMR Gibermass (25 % 25 %); and the nine T the witnessed. Tested germination, force (length of plúmula and radícula of garlic seed treated with developers.) The second phase took conditions greenhouse with same plants used for the test lab, taking length sheet reads germination

The results of the study showed that the Algaenzimsr in the doses recommended by the manufacturer caused the best results in the seed of garlic at speed of emergency, the dose combination

## INDICE

	<b>Página</b>
INDICE DE CUADROS.....	<i>xii</i>
INDICE DE FIGURAS.....	<i>xiii</i>
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Origen del cultivo de ajo.....	7
Variedad.....	7
Algaenzims MR:.....	25
Gibermass.....	35
MATERIALES Y METODOS.....	38
Ubicación del Experimento.....	38
Material Genético.....	38
Tratamiento.....	40

VARIABLES EVALUADAS.....	41
Índice de velocidad de emergencia.....	41
Longitud media de plúmula y radícula.....	42
Invernadero.....	42
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	44
RESULTADOS y DISCUSION.....	46
CONCLUSIONES.....	58
RESUMEN.....	59
LITERATURA CITADA.....	61

## INTRODUCCIÓN

Mundialmente, Asia produce el 86% del ajo, donde China es el principal productor, seguido por Argentina, América del Sur produce el 45%, mientras que Europa aporta el 6% de la producción mundial.

México, ha sido uno de los principales países productores y exportadores de ajo con una superficie estimada de 7,300 hectáreas y una producción superior a las 55 mil toneladas. Los rendimientos promedio en el país es de 7.6 toneladas por hectárea, colocándose entre los diez primeros lugares, no obstante que no es su centro de origen (Heredia y Delgadillo 2000).

Los estados productores más importantes en México son: Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, Puebla, Sonora, Querétaro y San Luis Potosí; en su conjunto, estas entidades producen cerca del 94% del total nacional. (Heredia 1995).

El consumo de ajo fresco *per cápita* anual, es de aproximadamente 400 gramos; sin embargo, se considera que alrededor de un 10% de la producción nacional se destina para uso industrial (aceite, polvo, medicamentos, entre otros), el 63% se consume en fresco y el restante 27% es exportado. (Macias, et. al. 1997).

Se han identificado 19 empresas exportadoras de ajo, las cuales comercializan el 41% del total de la producción nacional exportado, de éstas, seis se ubican en Aguascalientes, uno de los estados de mayor producción de ajo en México, formando una zona productora compacta con características ecológicas apropiadas para el cultivo del ajo.

Este cultivo es considerado hoy día como una de las hortalizas más rentable a nivel nacional debido a que su uso es generalmente para condimento y como medicina preventiva mejor cotizada. Requiere de condiciones ambientales muy específicas además de que existen problemas evidentes en el cultivo como es la poca resistencia a enfermedades por la falta de sincronización en el requerimiento de humedad en el mismo desarrollo de la planta, sobre todo en la etapa de formación de bulbo.

Por otra parte la semilla de ajo normalmente posee una mínima germinación, debido a que presenta cierto grado de latencia, esto es debido a que el productor comercializa el ajo de mejor calidad, dejando el resto para semilla; También intervienen problemas fitosanitarios como: enfermedades causadas por hongos, bacterias, insectos y nemátodos; problema que se ha propagado como consecuencia de la mala selección de la semilla y el desconocimiento de las enfermedades por parte de los productores que usan para la siembra semilla de cosechas enfermas llevando así el patógeno dentro de la semilla que al sembrarla este pasa de generación en generación teniendo pérdidas considerables por no poder comercializarlo y exportarlo. Por lo que este trabajo pretende romper la latencia aplicando los promotores orgánicos para así obtener el mayor número de plantas germinadas y su óptimo desarrollo.

Un aspecto importante que en la actualidad requiere mayor auge en la producción de cultivos orgánicos, sobretodo por la tendencia a tener en

nuestro país una agricultura orgánica y más sustentable, en tanto que los fertilizantes y agroquímicos, son estáticos y es un problema para resolver, además, degradan el suelo y el medio ambiente por lo que los actuales productores de ajo en el área de Aguascalientes están implementando el uso de fertilizantes orgánicos evitando el daño ecológico al suelo ya que estos mejoran la textura del suelo haciéndolo más poroso y evitando la desertificación de este, así los ecosistemas no son afectados por los fertilizantes químicos.

Vásquez, (2002), encontró que utilizando algas marinas en la producción de cultivos básicos, se incrementa el rendimiento total y esto significa que el uso de alga enzimas puede ser una alternativa de producción orgánica.

Uno de los productos orgánicos nacionales que está teniendo éxito en la agricultura orgánica es Algaenzims MS, (Canales, 2004) se ha estudiado que tiene efectos hormonales que le proporcionan a los cultivos mayor características de vigor, más rendimiento, las plántulas sufren menos al estrés del trasplante, más calidad de las cosechas, más resistencia a plagas y enfermedades por lo que podría ser una solución a los problemas que presenta el cultivo del ajo.

Por lo anterior se plantean los siguientes objetivos que contemplan evaluar el producto biológico Algaenzims MS a base de macro algas marinas y un complejo de microorganismos halófilos, en su efecto sobre la emergencia y el desarrollo de la planta de ajo en relación con otro producto comercial a base de ácido giberélico y algas marinas, llamado Gibermass, así como en combinación y en diferentes dosis.

## **Objetivo general**

Determinar el efecto de Algaenzims y Gibermass y su dosis en la germinación y desarrollo en semillas de Ajo (*Allium sativum* L.) variedad Taiwán.

## **Hipótesis**

Al menos uno de los promotores y sus dosis será el mejor promotor para la germinación y desarrollo de plántula en semilla de Ajo (*Allium sativum* L.) variedad Taiwán.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen del cultivo de ajo.

Se reportan inicios de la historia del ajo en Asia Central, y su cultivo en los países mediterráneos. Los Griegos, Romanos, Hindúes y Chinos ya gustaban del ajo, mientras los Egipcios (3,000 años a.c.) lo consideraban especie sagrada. (Heredia y Delgadillo, 2000).

El ajo fue introducido a América Latina a fines del siglo XIV, en el segundo viaje de Colón al Nuevo Mundo, y con las subsecuentes reintroducciones procedentes de España, las Islas Canarias e Italia (Jaramillo, 1994).

El cultivo del ajo (*Allium sativum* L.), es considerado hoy día como una de las hortalizas más rentable a nivel nacional. Su uso es generalmente para condimento aún cuando muchos estudios han demostrado una serie de propiedades para la salud humana.

Es una de las hortalizas más antiguas usadas por el hombre, se cree que se originario de Asia central, desde donde se extendió al sur de Europa siendo introducido a América por los españoles durante la época de la colonia. (INFOAGRO 2002).

## **Morfología.**

Planta perenne de la familia de las Liliáceas de hasta 1.5 m. de altura. Hojas planas de hasta 8 mm de anchura. Flores verdosas o blanquecinas, a veces rosadas, muy poco abundantes (algunas veces inexistentes) que sobresalen con su largo pedúnculo sobre una cabezuela de bulbillos. Espata mucho más larga que la cabezuela. Bulbo (cabeza de ajo) formado por una envoltura blanca dentro de la cual se encuentran varios bulbillos (los dientes de ajo).

Es una planta herbácea de raíces numerosas, simples, finas y en forma de mechón, que alcanzan poca profundidad en el suelo. Presenta un tallo blando y liso de unos 40 cm de altura donde nacen dientes aéreos que pueden ser utilizados como semillas. Posee hojas alargadas, planas y replegadas; cuando el tallo crece aparecen flores de color rosado o verde que no producen semillas.

La planta de ajo forma una cabeza o bulbo subterráneo, formado por dientes unidos por su base alrededor del tallo y recubiertos por membranas o túnicas de color blanco o morado en varias tonalidades, según la variedad y la altura del sitio de siembra.

### **Tallos:**

Son fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2-3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar

de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas.

**Hoja:**

Radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes.

**Tallo floral:**

Asoma por el centro de las hojas. Es hueco, muy rollizo y lampiño y crece desde 40 cm a más de 55 cm., terminando por las flores.

**Flores:**

Se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas.

**Aspectos ecológicos del cultivo.**

El crecimiento y desarrollo de un cultivo depende de los requerimientos propios de cada variedad, así como de las condiciones ambientales en que se desarrolla. La temperatura, la luminosidad, radiación solar y fotoperíodo, son factores ambientales muy importantes para el crecimiento y desarrollo de un vegetal, y se caracterizan por ser poco controlables por el hombre. Debido a esto es importante conocer y comprender su efecto sobre el cultivo.

En el ajo, desde el almacenaje de los bulbos que se utilizarán para semilla hasta la cosecha del cultivo, las condiciones ambientales

determinan la duración de las distintas etapas de crecimiento, la expresión de desarrollo y finalmente el rendimiento. (Alvarado 2000)

### **Variedad.**

Taiwán es una variedad introducida a la región del bajío en el año 1978, que ha demostrado una excelente adaptación. La altura de la planta es de 80 cm. aproximadamente, con hojas anchas de color verde plateado o cenizo. Los bulbos son jaspeados; tienen franjas de color morado pardo y blanco; son de tamaño grande ( $\pm 6$  cm. de diámetro) por lo que es muy bien aceptado; produce de 1 a 30 dientes por bulbo con una media de 14; su ciclo vegetativo es de 180 días de la siembra a la cosecha, y su rendimiento comercial medio es de  $15t / ha^{-1}$ . (Heredia, 2000).

Las variedades de ajo morado son consideradas de mayor calidad comercial; son sembradas en México casi exclusivamente para la exportación, mientras que el consumo en el país se abastece de variedades blancas criollas que son de menor tamaño y dientes más pequeños (Valadez, 1992). Las variedades moradas tienen el inconveniente de tener ciclos de cultivo más largos (6 a 8 meses) mientras que las variedades blancas son de ciclo corto (5 a 6 meses) (Heredia 1981).

Los bulbos que produce el ajo variedad Taiwán son de color morado. Con un promedio de 9 dientes (variando de 7 a 13). La altura de la planta es de 50 cm., sus hojas son de color verde intenso y su follaje es muy abierto, tiene un ciclo vegetativo de 160 días y su rendimiento es de 7 a  $8 ton ha^{-1}$  (Burba, 1982)

### **Producción.**

Goini (1997) menciona que es muy importante para este cultivo los días largos y las altas temperaturas favorecen el desarrollo de los bulbos, mientras que los días frescos y de corta duración estimula el desarrollo foliar y para la formación de bulbos el ajo requiere de una foto período largo con un régimen térmico de 18 a 20 ° C.

Díaz (1973) en Guanajuato determino que las siembras tempranas o tardías traen consigo una disminución en su rendimiento, siendo la siembra óptima para la variedad criolla y chilena en los meses de agosto a octubre.

A pesar de que el ajo es un cultivo rentable, los estudios que se han realizado para obtener mayores cosechas y de mayor calidad se basan en su mayoría en estudios de fitomejoramiento y muy poco se ha investigado el efecto de los fitorreguladores sobre su crecimiento y desarrollo (Vite 1993).

De la Rosa *et. al.* (1994), demostraron que el efecto del ácido giberèlico 200 ppm y del 2, 4- diiclorofenoxiacético y una mezcla de ambos aplicado a la semilla produjo un incremento en el rendimiento de plantas de ajo morado variedad chileno, además de acortar el ciclo de cultivo en casi 30 días.

### **Sistema de producción de semilla.**

Las semillas son una forma de supervivencia de las especies; así mismo son las auxiliares en el esfuerzo de mejorar y conservar estas, su principal función es el de asegurar la continuidad de la vida. Entre las semillas existe una gran probabilidad de especies que conservan su poder germinativo por mucho tiempo en tanto la semilla espera las condiciones ideales para germinar y producir una nueva planta.

Hidalgo y Rincón (1989), mencionan que el concepto **Semilla** tiene por lo menos dos acepciones básicas, según el origen del material usado:

### **Semilla sexual.**

Se define como un óvulo maduro que consta de una planta embriónica, una fuente de alimento almacenado y una testa o cubierta protectora, la cual, de acuerdo con su viabilidad, podrá dar origen a una nueva planta. La semilla sexual es el producto de la unión de los gametos de dos plantas compatibles, por lo que cada semilla contiene un genotipo diferente. También se le conoce como “semilla botánica”.

El término semilla debe ser reservado para referirse al material sembrado para reproducción gámica. Tubérculo - semilla, esqueje-semilla o brote-semilla en cambio, deberán ser reservados para referirse al tubérculo, esqueje o brote, respectivamente producidos o usados en la reproducción agámica.

Cronquist (1989), menciona que semilla es el óvulo maduro encerrado dentro del ovario maduro o fruto. La cual está compuesta de tres partes básicas: el embrión, los tejidos de reserva o almacenamiento y la testa o cubierta de las semillas.

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se empleen en las siembras agrícolas (Moreno, 1996).

Besnier (1989), menciona que una semilla es el producto de una serie de procesos biológicos que comienzan con la floración y concluyen con la maduración del fruto.

También menciona que desde el punto de vista botánico es el resultado de las diversas transformaciones que ocurren en el óvulo, luego de la fecundación y que a su madurez consiste en una estructura que contiene al embrión y las sustancias de reserva rodeadas por la cubierta seminal.

Es, asimismo, la estructura típica de disseminación de las espermatófitas y en ella coexisten distintas generaciones. De igual modo, los propágulos como porciones de tallo, hojas o raíces, modificadas (estolones, rizomas, bulbos etc.) o no, que se utilizan en la reproducción asexual, en sentido amplio también se los denomina semilla.

Potts (1977), menciona tres funciones fundamentales de la semilla, la primera que es portadora de las características genéticas inherentes de generación a generación esencialmente sin cambio alguno: la segunda la semilla funciona como un sistema eficaz de almacenaje para una planta viva y tercera que cierra el ciclo de la reproducción de especies.

### **Semilla – tubérculo.**

Corresponde a la parte de la planta (tubérculo en este caso) que se usa para la siembra. Otras partes de la planta también se usan como material de siembra —los esquejes y brotes enraizados.

En este caso la denominación correcta debería ser esqueje-semilla o brote-semilla., en varias publicaciones se ha insistido en la necesidad de uniformar el uso del término “tubérculosemilla” en vez del uso tradicional de simplemente “semilla” o “semillas”.

Para la producción de semilla tubérculo de ajo es necesario tomar en cuenta algunos aspectos como la siembra en un lote exclusivo para producir semilla, seleccionar los mejores bulbos una semana antes de la siembra solo dientes grandes y medianos. En caso de que se produzca semilla se debe asegurar que este libre de nematodos o que haya sido tratada con nematicida (Rodríguez 1992).

### **Selección y manejo de semilla.**

Heredia (2000), menciona que se desgranar los bulbos de cinco a 10 días antes de la siembra, con el fin de evitar periodos prolongados en el almacén que originan el vaciado de los dientes por pérdida de humedad, lo que provoca reducción en el poder germinativo de la semilla y pérdida del vigor.

Debido a que el rendimiento del ajo depende del tamaño de la semilla utilizada, aconseja separar los dientes por tamaño encontrando la variación de peso en: grandes (6 gramos), medianos (3 gramos), chicos (1.5 gramos) y muy chicos (0.5 gramos). Para la siembra, se recomienda utilizar los de tamaño grande y mediano; los chicos y muy chicos se deben eliminar o sembrar por separado.

Burba (2002), Menciona que se deben seleccionar para "semilla" los bulbos bien formados, sin defectos de ningún tipo eliminando los materiales que no reúnan las características deseadas y que presenten daños mecánicos, daños fisiológicos, defectos en su forma y problemas fitosanitarios; así mismo, se debe buscar que los bulbos tengan un ideotipo definido; es decir, uniformidad constante en las características antes mencionadas.

## **Desinfección de la semilla.**

Los nemátodos constituyen uno de los problemas principales que afectan el rendimiento y la calidad del ajo. Estos pueden encontrarse en los dientes que se utilizarán como semilla, o bien, en el suelo donde se realizará la siembra. (INFOAGRO, 2002).

Además menciona que por su tamaño pequeño, los nemátodos no pueden ser observados a simple vista y su ataque se puede presentar en cualquier etapa del desarrollo de la planta. Al entrar en actividad, el nematodo se introduce a la planta por la raíz, con lo que provoca su pudrición y muerte. Las plantas afectadas muestran un amarillamiento en las hojas y un achaparramiento de la planta, que al extraerse presenta el bulbo partido y flojo, las raíces son de un color café y se desprenden fácilmente.

El control de esta enfermedad es estrictamente preventivo; por lo tanto, las aplicaciones de agroquímicos se deberán realizar tanto a la semilla como al suelo, ya que son las dos formas de infección.

Es importante desinfectar la semilla antes de la siembra, sumergiéndola durante dos minutos como máximo en una solución de cinco centímetros cúbicos de Namacur 400 (Fenamifos) por litro de agua.

Macías *et. al.* (1999). sugiere utilizar una "pila" o un recipiente que deberá contener la solución desinfectante y donde se pueda introducir la semilla contenida en una "arpilla" o caja de plástico durante el tiempo sugerido anteriormente; en seguida se debe extender la semilla en un asoleadero para dejar que se seque y posteriormente poderla utilizar para la siembra.

Otra opción es aplicar 40 a 60 kilogramos por hectárea de Namacur al 2% granulado adicionado en bandas, antes o durante la siembra y como

medida preventiva, es importante seleccionar terrenos para la siembra donde no se haya sembrado ajo o cebolla durante los tres años anteriores.

### **Preparación de terreno.**

Los suelos más apropiados para la producción de ajo son de textura franca, con topografía plana, sin problemas de salinidad, pedregosidad y drenaje. Por otra parte para reducir los daños causados por nematodos y enfermedades de la raíz es conveniente sembrar el ajo en lotes donde no se haya sembrado ajo o cebolla los últimos tres años.

Es importante realizar una buena preparación del terreno para facilitar la siembra y favorecer la germinación y emergencia de las plantas y lograr un buen desarrollo del cultivo (Heredia, 2000).

Las labores deben comenzar unos seis meses antes de la plantación y consistirán en una labor de arado profunda (30-35 cm) seguida de 2 ó 3 rastreadas cruzadas. Con esta primera labor se enterrarán los abonos orgánicos.

El ancho de los surcos será de 50 cm y los bulbillos se plantarán a 20 cm entre sí y a 20-25 cm entre líneas.

La profundidad a la que se planten dependerá del tamaño del bulbillito, aunque suele ser de 2-3 cm ó 4 a lo sumo.

Macias *et. al.* (1999), Mencionan que el ajo es un cultivo que tiene raíces poco profundas; sin embargo, se requiere de una buena preparación del terreno para facilitar la siembra, favorecer la emergencia y el desarrollo del cultivo.

### **Subsueleo.**

Esta práctica tiene como función romper la capa compactada que se forma por el paso de la maquinaria, facilitar la penetración de humedad, además de permitir una mejor aireación del suelo. Dependiendo del terreno, el subsueleo se debe realizar cuando el arado al barbechar no se entierre lo suficiente (30 cm) para voltear la tierra.

### **Barbecho.**

Se debe realizar cuando el suelo tenga un contenido de humedad adecuado, que permita la penetración del arado a una profundidad de 25 a 30 cm y se recomienda realizarlo después de la cosecha del cultivo anterior para aprovechar la humedad residual.

Esta práctica se hace con el fin de romper, aflojar y voltear la capa arable e incorporar los residuos de malas hierbas y de la cosecha anterior para propiciar su descomposición y con esto aumentar la fertilidad y el contenido de materia orgánica en el suelo. También favorece a la aireación y ayuda a eliminar parcialmente las plagas del suelo al exponer los huevecillos, larvas y pupas al frío, al sol, al aire de la superficie y a sus enemigos naturales.

### **Rastro.**

Se debe efectuar cuando el suelo tenga un contenido de humedad adecuado que permita desbaratar los terrones y dejarlo bien mullido; además, se requiere adicionar a la rastra un tablón o riel para emparejar el suelo; si el suelo lo requiere, se puede dar otro paso de rastra en sentido perpendicular al primero; en caso de no quedar bien nivelado, se recomienda utilizar la niveladora.

### **Surcado.**

Los surcos se deben hacer con una pendiente menor del 2%, siguiendo las curvas a nivel del terreno para lograr una distribución uniforme del agua de riego y evitar encharcamientos. La distancia entre surcos varía de 80 a 85 cm, dependiendo del tipo de maquinaria con que se cuente.

### **Época de siembra.**

En nuestro país en la mayoría de las regiones productoras, la siembra de ajo se lleva a cabo en los meses de Septiembre – Octubre para el ciclo Otoño – Invierno siendo el ciclo vegetativo de 6 a 8 meses dependiendo de la variedad, mientras que en las siembras de ciclo Primavera – Verano es más corto (Tamaro, 1981).

La época de siembra óptima para los ajos morados es del 20 de Agosto al 20 de Septiembre. Las siembras tempranas en el mes de Agosto pueden causar reducción en el rendimiento de 15%, y en siembras del 20 de Septiembre en adelante las reducciones pueden ser del 20%. (Heredia 2000).

### **Siembra.**

#### **Siembra mecánica**

Se realiza con sembradoras específicas, en surcos de 1 cm. de ancho.

En hileras dobles separadas de 30 cm. una de otra. Para la siembra mecánica se requiere de 1.5 a 2.5 t ha<sup>-1</sup> de semilla, cantidad que depende específicamente del tamaño del diente.

### **Siembra manual.**

Para la siembra a mano se trazan surcos a 92 cm. de separadas, donde se deposita la semilla en doble hilera, cada 7 cm. separadas 25 cm. unas de otras. La siembra manual se realiza a chorrillo sin importar la posición del diente en la hilera puede realizar acostando el diente y clavando el diente con la base del diente hacia abajo y la punta o yema hacia arriba.

Heredia, (2000) recomienda hacer la siembra con los dientes grandes y seguir con los medianos para obtener mejores cosechas ya que producen plantas más vigorosas; y solo usar los chicos en caso necesario.

### **Manejo de cultivo**

Portela, (1999) Menciona que “manejar” un cultivo es ofrecerle las mejores condiciones ambientales posibles para que manifieste todo su potencial productivo. Cada practica de manejo que se aplique debe estar orientada a obtener los mas altos rendimientos, en cantidad y en calidad, y menciona que la primera condición para ello es conocer el cultivo y su ambiente, luego planear las acciones par alcanzar la máxima calidad y uniformidad en la producción.

### **Riego.**

Vuelvas (2000), menciona que los sistemas de riego se clasifican en:

### **Riego superficial.**

En el que se requiere nivelación del terreno para que el agua fluya suavemente y lograr uniformidad en su aplicación y recomienda regar el cultivo con una frecuencia de 20 a 25 días en suelos arcillosos y en suelos con textura media como los migajones, el riego debe ser cada 15 a 20 días manteniendo a un 60% de la humedad disponible en los primeros 20 cm. de profundidad del suelo.

### **Riego por goteo.**

Es un sistema de alta frecuencia en el cual se aplican láminas muy pequeñas de agua, en forma de gota a través de diminutos goteros o emisores. En este sistema de agua únicamente se aplica a la parte del volumen del suelo ocupado por el bulbo.

De acuerdo con las condiciones climáticas y a la textura del suelo de la región, los requerimientos de humedad de la planta en sus diferentes etapas de desarrollo, se deben aplicar cada 15 a 25 días los primeros seis o siete riegos. Cuando las temperaturas comienzan a elevarse, los riegos deben ser más frecuentes, con intervalos entre ocho y diez días. El último riego se debe aplicar a los 15 o 20 días antes de la cosecha.

### **Enfermedades que presenta el cultivo de ajo**

Macias et. al. (1999), menciona las siguientes enfermedades para ajo:

#### **Mancha púrpura.**

Es una de las principales enfermedades que atacan al ajo. El agente causal es un hongo, el cual inicialmente ataca al follaje de la planta y provoca lesiones ovaladas de color púrpura que posteriormente invaden la mayor parte del follaje, con lo cual se reduce el rendimiento.

La enfermedad se presenta cuando el tiempo es nublado y lluvioso, con alta humedad atmosférica, seguida de temperaturas altas y cielo despejado.

Para prevenir esta enfermedad, se recomienda que al inicio de las primeras lesiones, se realicen aspersiones de Maneb más Zineb en proporción de 1:1. Se pueden usar de 1.0 a 1.5 kilogramos de cada producto por hectárea, disueltos en un volumen de agua suficiente, es decir, 400 o 600 litros, para hacer un buen cubrimiento de la planta. Otro producto que se puede usar para el control de la mancha púrpura, es el Manzate 200 (Mancozeb) en dosis de 1.0 a 2.0 kilogramos por hectárea; cuando el ataque sea muy severo, con cuatro o más pústulas por hoja, aplique una mezcla de Manzate 200 (Mancozeb) más Rovral (Iprodiona), en dosis de un kilogramo por hectárea de cada producto en 400 o 600 litros de agua, dependiendo del equipo aspersor con que se cuente.

### **Pudrición blanca.**

Causada por un hongo que provoca una pudrición color blanco, debido a que las raíces, el bulbo y el cuello de la planta se cubren con un moho blanco muy característico de esta enfermedad. Después, esta pudrición se torna color oscuro, por la presencia de unas pequeñas esferas oscuras, las cuales son las unidades reproductivas del hongo y son las que permiten que permanezca de un año a otro en el terreno.

Se ha determinado que el desarrollo de la enfermedad es más rápido con temperaturas del suelo entre 10 y 20 grados centígrados y en suelos secos (40 por ciento de humedad). Las manifestaciones externas se pueden confundir con la marchites causada por los nemátodos; sin embargo, es posible distinguirlos al arrancar y observar las plantas; si el bulbo está reventado, el daño es debido a nemátodos y cuando se detecta como moho blanco o un color oscuro en el bulbo, se debe a la pudrición blanca.

Se recomienda sembrar semilla no contaminada para evitar la propagación de esta enfermedad.

Para prevenir la introducción de la enfermedad en áreas donde no se ha presentado, se recomienda sumergir los dientes de ajo en una solución de Rovral 50 PH (Iprodiona) a razón de 1.0 kilogramos por tonelada de semilla durante media hora antes de sembrar.

El tratamiento que ha dado mejores resultados para el control de esta enfermedad en terrenos ya infestados, consiste en aplicar a la semilla Rovral 50 PH en dosis de 2.0 kilogramos por tonelada de semilla y al suelo, sobre el surco, a razón de 2.0 kilogramos por hectárea.

#### **Pudrición radicular.**

En las raíces y bulbos se presentan secamientos y pudriciones de color rosa. El tratamiento para este problema es aplicar Tecto (Tiabendazol) o Benlate (Benomil) en dosis de 1.0 kilogramos por tonelada de semilla.

#### **Plagas.**

Los trips, constituyen la plaga principal que atacan al cultivo del ajo. Estos son insectos que miden aproximadamente un milímetro de largo, de color amarillento y generalmente atacan en el cogollo de las plantas. (CIAB, 1985).

Los trips aparecen desde la emergencia de las plantas y sus poblaciones se incrementan cuando las temperaturas ambientales son altas, aunque disminuyen rápidamente con la presencia de lluvias o temperaturas frías. Se ha comprobado que cuando las infestaciones son fuertes y no se controlan, el rendimiento se reduce hasta en un 20 por ciento.

Para el control de los trips (Gonzalez, 2005), menciona que se puede aplicar Paration metílico (Paration metílico) en dosis de 1.0 a 1.5 litros por hectárea; o Malatión 1000 E (Malation) 1.0 litro por hectárea; o E-605 (Paration etílico) en dosis de 1.0 a 1.5 litros por hectárea. Cualquiera de estos productos se debe disolver en 400 litros de agua para lograr el cubrimiento total del follaje y un control eficiente.

### **Nematodos.**

Otro aspecto de gran importancia es la presencia, en la zona de cultivo tradicional de nemátodos del tallo y de los bulbos, *Dytilenchus dipsaci* (Kuhn), que ha demostrado su incidencia negativa en el desarrollo del cultivo. Este nematodo puede causar pérdidas que fluctúan entre un 30% a 80%. Estas pérdidas están directamente relacionadas con el grado de infestación del bulbillo o diente que se usa como semilla y/o el suelo que se va a plantar. Además, las lesiones causadas por *Dytilenchus dipsaci* (Kuhn) permiten el ingreso de otros patógenos del suelo como *Sclerotium* spp. y *Botrytis alli*.

En la actualidad, la comercialización de bulbos-semillas de ajo libres de nematodo ha constituido un eficaz control, para evitar la propagación de este parásito. Esto ha permitido, que los productores puedan a través de la utilización de mejores tecnologías de producción incrementar sus rendimientos y por sí, sus ingresos. (Alvarado 2000).

### **Fertilización**

El ajo es un cultivo que puede responder en forma favorable o desfavorable a la aplicación de fertilizantes, o sea, es una planta muy sensible a los excesos o deficiencias de nutrimentos.

Cárdenas, (1980) al probar distintas dosis de fertilización nitrogenada en ajo, no observó diferencias entre las dosis que iban de 60 a 240 Kg. De N por Ha. En el primer año, pero realizando el estudio por años consecutivos, encontró que con el incremento de las dosis de N aumentaba el tamaño el bulbo.

De acuerdo con los trabajos de investigación realizados por el **Campo Experimental Pabellón**, se ha determinado como adecuada la fórmula de fertilización 180-80-100.

Es importante conocer la fertilidad del suelo para lo cual se requiere un análisis físico-químico, que sumado a lo que aporta el agua, conforman los nutrimentos existentes en el suelo para formular la dosis necesaria para los cultivos.

### **Fertilizantes inorgánicos.**

El cultivo de ajo requiere de 16 elementos químicos (minerales y no minerales) esenciales para el crecimiento de la planta de tal forma que si falta uno de ellos se afecta el ciclo vegetativo. Los nutrimentos no minerales son Carbono (C), Hidrogeno (H) y Oxígeno (O): los elementos minerales o macro nutrimentos primarios Nitrógeno (N), Fósforo (F) y Potasio (K) son los primeros en ser deficientes en el suelo, debido a que las plantas los absorben en cantidades relativamente grandes; los macro nutrimentos secundarios y son requeridos en menor proporción que los primarios Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S), y los micro nutrimentos son requeridos en pequeñas cantidades; Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mg), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn) (Díaz de León y Castellanos, 2000).

También recomiendan la fertilización foliar para complementar la fertilización al suelo con tres o cuatro aspersiones de fertilizante a base de

hierro ya que se han observado problemas de disponibilidad para las plantas y es conveniente hacer la aspersión foliar en las horas de menor intensidad de luz solar, de manera general hasta las 11:00 a.m. y después de las 5:00 p.m.

Heredia (1995) recomienda que el tratamiento de fertilización para el cultivo de ajo puede ser de 240 - 80 - 80 en N, P, K más 20 Kg.de Zinc por ha<sup>-1</sup>.

Burba (2002), menciona que los fertilizantes Nitrogenados (Nitrato de Amonio) en dosis de 500-580 kg/Ha (140-160 kg N/Ha), repartido en 2 ó 3 aplicaciones hasta bulbificación. También menciona que resulta importante colocar los "fertilizantes nitrogenados" en forma repartida (en dos o tres oportunidades) durante la etapa de máximo crecimiento de la planta que va desde que la misma ya no vive a expensas de las reservas de "diente madre" hasta que comienza a "encabezar".

La mitad del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio se debe aplicar al momento de la siembra o antes del primer riego de auxilio y el resto del nitrógeno a los 50 o 60 días después de la primera aplicación.

### **Fertilizantes orgánicos.**

Raymond (1982), menciona que la mayoría de los fertilizantes comerciales están hechos con sustancias químicas, y que al aplicarse año tras año agotan el suelo y lo exponen a toda clase de problemas; así pues bien es cierto que se están proporcionando los nutrientes químicos inmediatos, no se está haciendo nada por mejorar la estructura ni la textura del terreno ni para proporcionar un ambiente favorable a los organismos del suelo; Cuando se emplean materiales como mantillo, al

mismo tiempo se esta agregando fertilizante y al enterrarlos no hay riesgo de quemar las planta. Con la adición de fertilizantes naturales se vuelve más sano el suelo y como consecuencia las plantas, pero existe otro tipo de fertilizantes; los orgánicos naturales como los estiércoles, compost, heno, paja descompuesta, residuos de cosechas, hojas y recortes de pastos, hierbas marinas (algas).

### **Algas marinas en la agricultura.**

Las algas han sido usadas por siglos en la agricultura, como alimento, como mejoradoras de suelo y como suplemento para los animales. El tratamiento de los cultivos agrícolas con algas ha crecido con popularidad, por lo que se presenta la tendencia a desarrollar un gran número de productos de algas procesadas; los cuales, se dividen en tres grupos: harina que se aplican al suelo en grandes volúmenes o mezclada con el suelo del sustrato en plantas de invernadero; extractos líquidos o en polvo y, concentrados, que se usan para sumergir las raíces; en el suelo, para mejorar la retención de humedad y, como fertilizantes foliares (Booth 1969, Seen *et. al.* 1961, Meeting *et. al.* 1991).

Las especies más comunes utilizadas son: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia máxima* y *focus vesiculosus*, la *Laminaria* y el Sargassum, son menos usadas. Aunque todas estas pertenecen a las Phaeophyceae. (Mooney y Van Standen, 1987).

Mowat *et. al.* (1967) reportan que han extraído citocininas de una alga unicelular (*Laminaria spp.*).

Jann (1972) encontró que el extracto de de *A. nodosum* contenía auxina, compuesto semejante a la hormona auxina de plantas superiores.

William *et. al.* (1974), citan que el uso del alga fresca es restrictivo para el potencial del extracto de algas para influenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas es ilimitado, además encontraron actividad semejante a la de las giberelinas en extractos frescos comerciales de algas pero quedo poca actividad después de tres meses.

Canales (1997), reporta que la primera vez que se aplico Algaenzims nivel comercial fue en 1980 en una huerta de nogal que presentaba deficiencias nutricionales manifestadas por una clorosis, el producto se aplicó al suelo y se observó una notable mejoría en los árboles deficientes y un vigorizamiento en los sanos, tomando las hojas un color verde intenso; lo anterior se sugiere se debido a un efecto de liberación de iones, facilitando a los árboles su aprovechamiento.

También menciona que algenzims es un producto biológico a base de algas marinas y un complejo de microorganismos que en forma natural con ellas viven asociados, especialmente las microalgas cianofitas y microorganismos halófilos

Las algas marinas son comercializadas para su uso de agricultura y horticultura. La mayoría de los extractos son preparados de harina seca de *Ascophyllum nodosum*. Las sustancias activas en extractos de algas deben ser capaces de tener efecto a bajas concentraciones. Ha sido sugerido que elementos traza son probablemente constituyentes activos pero Blunden y Gordon, citado por Canales (1997), menciona que han concluido que la cantidad de las sustancias forma una porción insignificante en el total de los requerimientos del cultivo. La presencia de hormonas vegetales (sustancias naturalmente promotoras del crecimiento) ha sido demostrada en los extractos de algas disponibles comercialmente los cuales tiene alto contenido de sustancias con actividad semejante a las citocininas.

Booth (1960), reportó que los productos derivados de algas marinas podían acelerar la germinación de las semillas, este producto puede ser atribuido a las auxinas u hormonas de crecimiento que contienen algas marinas.

Bewley y Black (1985), efectuaron pruebas de germinación en semillas de lechuga aplicando Algaenzim's producto orgánico concentrado, probando varias dosis y tiempos de inmersión y encontraron que el mejor tratamiento fue al aplicar 5 centímetros cúbicos de Algaenzim's por litro con tiempos de inmersión de 48, 72, y 96 horas obteniendo con dichos tratamientos un 100 % de germinación.

Teuscher y Adler (1984), mencionan que las algas marinas constituyen un tipo especial de abono verde, se descomponen rápidamente y como no tienen fibra, deben enterrarse inmediatamente. La finalidad de aplicarlas al suelo es acondicionarlo y fertilizarlo.

El Algaenzims MR es un producto biológico que es obtenido por un proceso que extrae de las algas marinas el máximo de sus componentes sin perder sus atributos, contiene un complejo de sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento de las plantas ayudando a las enzimas de las plantas en su metabolismo, disminuyendo la energía de activación (le ahorra energía a la planta) energía que la planta utiliza para más vigor y rendimiento (Canales, 2004).

**Algaenzims MR:** Es un potenciador ecológico, a base de macro y micro algas marinas por un proceso patentado tal, que el producto conserva todos los elementos y sustancias sin perder atributos. En el cuadro 2.1 se muestra el contenido químico del fertilizante Algaenzims MR. Además de mejorar los suelos, sirve de alimento y activa la fisiología de las plantas. Es orgánico, no tóxico y completamente natural; formulado por una

empresa local con el nombre comercial “ALGAENZIMS”. Producto preparado por Palau Bioquím.. S. A. (Canales,2004).

**Cuadro 2.1 Contenido químico del fertilizante Algaenzims MR.**

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

### **Propiedades.**

Canales (2004), cita que aplicaciones sucesivas de Algaenzims MR mejora los suelos física, química y biológicamente, así como la textura del suelo, también rehabilita los suelo, el equilibrio, la textura, mejor estructura, más porosidad (descompacta suelos compactos), da cuerpo a los suelos livianos, ajusta el pH, desbloquea y solubiliza los elementos del suelo, propicia la desalinización, desodifica, desmineraliza (moviliza los fertilizantes acumulados), desintoxica los suelos, propicia más materia orgánica y más vida microbiana en el suelo; ahorra el agua de riego, los fertilizantes y los agroquímicos; evita la lixiviación de elementos; propicia más disponibilidad y toma de nutrimentos del suelo.

**Plantas más Vigorosas:** Mejor germinación, más emergencia, menos estrés al trasplante, más población, da resistencias a heladas, sequías, a altas temperaturas, a plagas y enfermedades; más raíces, más biomasa, más amarre de frutos; más calidad; más vida en anaquel.

**Reguladores biológicos (RCP):** Algaenzims MR, contiene un complejo de sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento de las plantas (RCP), como: citocinas, auxinas, giberelinas, etileno, betaínas, poliaminas.

El porcentaje de material inherente que contiene el Algaenzims MR se muestra en el cuadro 2.2 donde los acondicionadores representan un 93.84 %, la materia orgánica que es el material algáceo se encuentra en un 4.15% en cuanto a la fibra cruda se encuentra en pequeñas cantidades de 0.43%, las cenizas en un 0.28%, los azúcares en 0.13% y las grasas se encuentran en muy pequeñas cantidades con un porcentaje de 0.03%.

Cuadro 2. 2 Porcentaje en peso de Algaenzims MR.

Composición porcentual	% en peso
Acondicionadores*	93.84 %
Materia 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.

La utilización de estimulantes de la germinación en el tratamiento de semillas contribuye a mejorar la calidad de las mismas; ya que beneficia la velocidad y uniformidad de la germinación y emergencia asegurando una mayor densidad de plantas de mejor vigor, que permiten tolerancia a condiciones ambientales adversas e influyendo además en el crecimiento de la planta adulta (Bioensimas,1989).

Blaine *e.t al.* (1990), Crouch y Van Staden (1992), reportan que el incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos es el resultado del efecto del uso de las algas marinas y o sus derivados en la agricultura.

Se considera que el crecimiento y el desarrollo son controlados por la acción de las hormonas: auxinas. giberelinas y citocininas, etileno y ácido abscísico. Polina (1989), y estas hormonas ejercen un efecto poderoso en algún aspecto de crecimiento y desarrollo de las plantas (Salisbury y Ross, 1994; Fosket, 1994; Black and Bukovac, 1996). Así las auxinas controlan la formación y el crecimiento de la raíz; las giberelinas regulan la síntesis de proteínas y alargamiento del tallo; las citocininas; la diferenciación de los órganos: el etileno la maduración de los frutos y el ácido abscisico el bloqueo de la germinación (Riley, 1997).

### **Auxinas.**

González *et.al.* (1999), mencionan que el nombre de auxinas significa en griego “crecer” y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. El ácido indolacético (IAA) es la hormona predominante, sin embargo, evidencia reciente sugiere que existen otras auxinas indolicas naturales en plantas.

La auxina ha sido implicada en la regulación de un número de procesos fisiológicos, como son:

- Promoción del crecimiento y diferenciación celular y por lo tanto en el crecimiento en longitud de la planta.
- Estimulación del crecimiento y maduración de frutos.
- Floración.
- Geotropismo.
- Retrazo en la caída de hojas, flores y frutos jóvenes y la dominancia apical.
- La auxina es dirigida a la zona oscura de la planta, ocasionando que las células de esa zona crezcan más que en relación a las células que se encuentran en la zona clara de la planta.
- Estimula la división celular en el cámbium en presencia de citoquininas.
- Estimula la diferenciación de xilema y floema.
- Estimula la formación de raíces laterales y adventicias.
- Produce una curvatura de la punta de la planta hacia la luz, fototropismo.
- Reprime el desarrollo de brotes axilares laterales manteniendo dominancia apical.
- Retrasa la senescencia de las hojas.
- Estimula el crecimiento de partes de la flor.
- Facilitan el cuajado del fruto.
- Estimula la producción de etileno a elevadas concentraciones.

La auxina se encuentra en toda la planta, pero los enzimas responsables de la biosíntesis de IAA son más activos en los tejidos finos jóvenes, tales como, meristemos apicales, las hojas y las frutas crecientes.

En los tejidos finos como las regiones meristemáticas en crecimiento activo es donde se localizan las concentraciones más altas de IAA. Las concentraciones de auxina en las plantas varían de 1 a 100 mg/kg peso fresco, mientras que se ha demostrado que la concentración de auxina conjugada es en ocasiones supe. (Lluna, 2006)

Cleland (1987), subrayo el hecho de que la promoción del crecimiento de secciones de tallo o coleótilos por auxinas es rápida y notable.

Dietz *et. al.* (1990), demostraron que las auxinas provocan cambios rápidos de la actividad genética en secciones de hipocótilo de soya, obtuvo resultados con secciones de tallos de chícharo, enfatizando que las auxinas pueden cambiar unos pocos productos genéticos (proteínas) con la misma rapidez con que promueven la elongación de tallos.

## **Giberelinas**

Las giberelinas son el grupo más numeroso de hormonas vegetales que se conoce en la actualidad. Actualmente hay más de 90 giberelinas aisladas de tejidos vegetales, que han sido identificadas químicamente. Varían algo en estructura y también en actividad. La mejor conocida del grupo es la GA3 (ácido giberélico), producida por el hongo "Giberella fujikuroi", cuya actividad fue descubierta por Kurosawa (Lluna, 2006).

Se han aislado giberelinas de muchas especies de plantas superiores y, en general, en el momento presente se cree que se dan en todas las plantas superiores. Se presentan en cantidades variables en todos los

órganos de la planta, pero las concentraciones mayores se alcanzan en órganos jóvenes, pero sobretodo en las semillas inmaduras.

Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y semillas en desarrollo. Esta hormona, a diferencia de la auxina muestra un modo de transportarse totalmente diferente al de las auxinas, en vez de un transporte polarizado, muestra un movimiento por el floema junto con los productos de la fotosíntesis y también por el xilema, probablemente por un desplazamiento radial del floema al xilema, más generalmente bidireccional y que podríamos calificar como pasivo (Hill, 1984).

Las giberelinas provocan efectos sorprendentes en el alargamiento de plantas intactas. La respuesta más observada en las plantas superiores es un incremento notable en el crecimiento del vástago; a menudo los tallos se vuelven largos y delgados, con pocas ramas, y las hojas palidecen. Las giberelinas estimulan a la vez la división celular y, afectan tanto a las hojas como a los tallos.

González, *et al.* (1999) hacen una descripción relacionada con las giberelinas, en donde el ácido giberelico y especialmente el GA<sub>3</sub> fue la primera clase de hormonas en ser descubierta. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de raíces y en semillas en desarrollo.

Además de ser encontradas en el floema, las giberelinas han sido aisladas de exudados del xilema, Existen varios tipos de giberelinas : GA<sub>1</sub>, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub>, GA<sub>7</sub> y GA<sub>9</sub>.

Algunos efectos de estas sobre la planta son:

- La sustitución de las necesidades de frío o de fotoperíodos largos requeridas por muchas especies para su floración la inducción de la partenocarpia en algunas especies de frutos.
- El retraso de la maduración de frutos (cítricos).
- La estimulación de la síntesis de mRNA (RAN mensajero).
- La inducción de brotación de yemas.
- La interrupción en el periodo de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizar las reservas en azúcares.
- La germinación de las semillas de cebada en la elaboración de cerveza.
- La inducción del alargamiento de entrenudos de tallos.
- Estimulan la elongación de los tallos ya que incrementan la extensibilidad de la pared.
- Estimulan germinación de semillas en numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula.
- Estimulan la producción del enzima ( $\alpha$ -amilasa) y otras enzimas en la germinación de granos de cereales para la movilización de las reservas de la semilla.
- Reemplaza la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general).
- Retraso en la maduración de los frutos y senescencia de la hoja (cítricos).
- Inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada.
- Induce masculinidad en flores de plantas monoicas.

Un aspecto típico del GA, es inducir la síntesis de amilasa en la germinación de las semillas, posibilitando que el almidón pase a glucosa para ser respirada y liberar la energía necesaria para el desarrollo del embrión. Esta inducción se efectúa activando un precursor inactivo del RNA mensajero (Rojas y Ramírez, 1987).

Taylor y Cosgrove (1989), mencionan que si las giberelinas se aplican de cualquier manera por la que puedan moverse hacia el ápice del tallo, el incremento en la división celular y en el incremento celular al parecer causa un incremento en el desarrollo de las hojas jóvenes. En especies en las que ocurre desarrollo foliar más rápido, el aumento de las tasas fotosintéticas incrementa entonces el crecimiento de la planta, incluyendo las raíces.

Cuando se aplican en el momento adecuado y en concentraciones apropiadas, las giberelinas hacen que los racimos de uvas se elonguen y sean menos susceptibles a infecciones por hongos. Usualmente las plantas se rocían dos veces, una en floración y otra cuando forman frutos (Nickell, 1979).

### **Citoquininas.**

No son las auxinas las únicas fitohormonas que requiere una planta para su crecimiento; requieren también de otro tipo de ellas que favorezca la multiplicación de las células. Las Citoquininas son los compuestos con una estructura que se asemeja a la adenina, y que promueven la división de célula en tejidos no meristemáticos, teniendo otras funciones similares al kinetina.

Estos compuestos se han encontrado en todas las plantas, particularmente en los tejidos que se dividen de forma activa como meristemas, semillas en germinación, frutos en maduración y raíces en desarrollo. Los estudios sobre la acción de las citoquininas en la división celular han demostrado que son necesarias en algunos procesos posteriores a la replicación del ADN pero anteriores a la mitosis. Las citoquininas se hallan en concentraciones generalmente inferiores a las

restantes fitohormonas. Se han detectado tanto en el floema como en el xilema y su transporte en la planta es por vía acropétala, desde el ápice de la raíz hasta los tallos, moviéndose a través de la savia en los vasos correspondientes al xilema (Lluna, 2006).

Weaver (1996), señala que son sustancias del crecimiento de las plantas que provocan la división celular. Muchas citocininas exógenas y todas las endógenas se derivan probablemente de la adenina, una base nitrogenada de purina. La primera citoquinina fue descubierta en la década de 1950 en la Universidad de Winsconsin, a partir de una muestra de ADN envejecido

Por su parte, González *et. al.* (1999), también establece que estas hormonas inicialmente fueron llamadas quininas, sin embargo, debido a su uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal se adoptó el término citoquinina (citocinesis o división celular).

Las citoquininas se encuentran en embriones y frutas jóvenes, también se forman en las raíces y son traslocadas a través del xilema hasta el borde, sin embargo, cuando los compuestos se encuentran en las hojas, estas son relativamente inmóviles.

Los diferentes tipos de citoquininas son Zeatina, Kinetina y Benziladenina (BAP).

Otros efectos de las citoquininas en plantas:

- Estimulan la germinación de semillas.
- Rompen el letargo de semillas.
- Inducen la formación de brotes.
- Mejoran la floración.
- Alteración en el crecimiento de frutos.

- Rompen la dominancia apical.
- Estimula la división celular.
- Estimula el crecimiento de yemas laterales.
- Promueven la movilización de nutrientes hacia las hojas.
- Inducción a la partenocarpia en algunos frutos.
- Promueve la expansión celular en hojas y cotiledones.
- Produce la conversión de etioplastos en cloroplastos mediante la estimulación de síntesis de clorofila.
- Estimulación de la formación de tubérculos en patata.

Weaver (1996), al aplicar citoquininas en semillas de lechuga, tabaco y trébol blanco rescindió con el letargo que presentaban estas semillas.

Senn (1987), menciona que los extractos de algas marinas incrementan la actividad de la semilla y su posterior germinación. La concentración óptima de extracto de alga aplicado varía en las diferentes especies de semillas, sin embargo, la generalmente más óptima fue entre 1.25 y 1.50 en semillas de zinnia, tabaco, guisante, nabo, tomate, rábano, algodón, pino blanco, pino loblolly, entre otros.

Dorantes (1992). reporta que al tratar semilla de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) por 10 minutos de inmersión en una dilución de Algaenzims, al .02% en agua, dio un incremento en su germinación de 7% sobre el testigo (73.25% a 80.25%).

Núñez (2004), aplicó el producto comercial Algaenzims a dos variedades de Trigo (*Guamuchil* y *Tonichi*) en dosis de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%, directamente al suelo en plántulas de 30 días; y observó que la aplicación Algaenzims 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.

Utilizando extractos de algas marinas al momento del trasplante se pueden obtener favorables resultados en cuanto a rendimiento y calidad en el cultivo de pimiento morrón amarillo. (Ramírez, 2001). Otro autor también utilizó algas marinas y concluyó que utilizando productos de algas marinas se pueden obtener rendimientos mayores en el cultivo de pimiento morrón (Martínez, 1995).

### **Gibermass.**

Es un producto biológico formulado para estimular el desarrollo de las plantas en floración.

López (2006), usó el producto comercial gibermass a base de ácido giberélico en chile piquín (*Capsicum annuum*), variedad *aviculare*. Derb. en dosis de 100 ppm y 300 ppm obteniendo los mayores valores de emergencia y germinación, mientras que las dosis de 500 ppm provocó intoxicación a la semilla debido a la concentración de ácido giberélico.

De León (1995), encontró que la mejor etapa para la aplicación de ácido Giberélico y 2-4 diclorofenoxiacético en el cultivo de ajo era en la fase de semilla y menciona que en la aplicación de 2-4-diclorofenoxiacético a concentraciones elevadas puede causar malformaciones en los órganos del cultivo y el ácido giberélico a 150 ppm. Incrementa el rendimiento y tiene un mejor efecto sobre la precocidad.

## Germinación

La germinación es el proceso de reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla, junto con la emergencia de la radícula (raíz) y plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula (Jann y Amen 1977). Asimismo desde el punto de vista morfológico es la reanudación del crecimiento activo del embrión, lo cual provoca la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de una planta nueva; y desde el punto de vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo la transcripción del genomio (Meyer *et. al.* 1972).

Moreno (1996) define a la germinación, 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, como menciona AOSA (1993) e ISTA (2004). Esta última asociación añade que, la germinación de semillas en un ensayo de laboratorio es la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales inician si son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria bajo condiciones favorables de suelo.

De acuerdo a la ISTA (1996) y para propósitos de siembra de ensayo de semillas, la germinación es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales que son indicadoras de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables. Las estructuras que se consideran esenciales para que una plúmula se desarrolle satisfactoriamente a una planta normal son: eje embrionario; cotiledones; brotes terminales; coleóptilo (Gramíneas). Las plántulas normales demuestran un potencial de desarrollo continuo a plantas

cuando crecen en el suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz.

En general el proceso de germinación de las semillas puede dividirse en las siguientes etapas:

El agua entra a la semilla e inhibe y tanto a las células del embrión como del endospermo se hinchan y entran en actividad.

El embrión empieza a producir giberelinas que son transportadas desde el eje embrionario al escutelo y depositadas en el endospermo desde donde se difunde hasta la capa de aleurona (cotiledón en leguminosas) y la induce a promover la síntesis de enzimas (amilasa, maltosa y otras).

Por acción de la amilasa y maltosa el embrión se transforma en glucosa. La glucosa es finalmente utilizada para la síntesis de la sacarosa, que es transportada a la plántula en desarrollo.

El embrión comienza a producir citocininas, hormonas que junto con las giberelinas inducen la síntesis de más enzimas y los cuerpos proteicos de la aleurona se transforman en proteínas solubles.

Por acción de las citocininas, la energía de la glucosa y 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 (cotiledón en leguminosas) y, posteriormente, las del embrión, sintetizan auxinas que inducen primero el elongamiento de los meristemas de la radícula y después del talluelo con 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 (Garcidueñas y Ramírez 1993).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área experimental.

El presente trabajo de investigación fue realizado en dos etapas una en el Laboratorio de Ensayos de semillas MSc. Leticia A. Bustamante García del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología y Semillas (CCDTS), y la otra, en uno de los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se encuentra ubicada a los 25° 22' de latitud Noreste y 19° 00' de longitud oeste, con una altitud de 1742 msnm; presenta una temperatura media anual de 19.8°C y precipitación promedio anual de 298.5 mm en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

### Material Genético.

Se utilizo semilla de ajo morado *Allium sativum* L. variedad Taiwán producido en Aguascalientes, Ags.

### Tratamientos.

Se utilizaron dos promotores orgánicos: Gibermass y Algaenzims MR

**Gibermass** (producto bioregulador comercial a base de ácido giberélico y algas marinas),

En el cuadro 3.1 encontramos los principales componentes del producto hormonal complejo GiberMass para estimular el desarrollo de las plantas y su floración, formulado con una ingeniería alta en contenido de 0.27% de ácido giberélico y enriquecido con cuatro elementos que actúan sinérgicamente con esta hormona: así el contenido de nitrógeno es de un 18.000 %, el de potasio es de un 10.000 %, el zinc con un contenido igual de 10.000 %, boro con un 2.000 %, el contenido de vitaminas, aminoácidos y oligosacáridos en menor cantidad con un 0.53 % además están enzimatisados y fortalecidos con ácidos fúlvicos y extracto de algas marinas citado por (López 2006).

Cuadro 3.1 Composición porcentual de Gibermass

Composición porcentual	% en peso
Ácido giberélico	0.27 %
Nitrógeno(N)	18.000 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	10.000 %
Zinc(Zn)	10.000 %
Boro(B)	2.000 %
Vitaminas, Aminoácidos y Oligosacàridos	0.53 %
Extracto de algas marinas	1.000 %
Ácidos fúlvicos	1.000 %
Agentes Quelatantes	8.000 %
Acondicionadores e Inertes	52.256 %
Total	99.2 %

**Algaenzims<sub>MR</sub>** (producto biológico a base de macro algas marinas y un complejo de microorganismos halófilos),

Contiene en forma natural: 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 reguladores de crecimiento de las plantas (auxinas, citocininas, giberelinas, en más de 1000 ppm),; vitaminas, carbohidratos, proteínas (complejos enzimáticos), sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol.

Cuadro 3.2 Tratamientos y dosis de Algaenzims<sub>MR</sub> y Gibermass aplicadas a la semilla de ajo

Tratamiento	Producto	Dosis
1	Gibermass	100g/500 L de agua (Recomendada)
2	Algaenzims <sub>MR</sub>	500 ml/ 100 L de agua (Recomendada)
3	Algaenzims <sub>MR</sub>	50%
4	Gibermass	50%
5	Algaenzims <sub>MR</sub> + Gibermass	50% + 50%
6	Algaenzims <sub>MR</sub>	75%
7	Algaenzims <sub>MR</sub>	25%
8	Algaenzims <sub>MR</sub> + Gibermass	25% + 25%
9	Testigo	

### Laboratorio.

Para el establecimiento del trabajo de investigación se sumergieron 15 semillas de ajo en 150 ml. de cada una de las soluciones de cada tratamiento por un periodo de cinco minutos y sembrando en charolas de plástico con peat most para la prueba de capacidad de germinación y

vigor, evaluando: Capacidad de germinación, Índice de velocidad de emergencia, longitud de plúmula, longitud de raíz, realizándose estas según las reglas de International Seed Testing Association (ISTA, 2004) y Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1993).

### **Variables evaluadas.**

#### **Capacidad de Germinación (G).**

Se realizó con el principio de la ISTA para la germinación (2004), utilizando tres repeticiones de 5 semillas por tratamiento, en charolas de plástico Max Pack Mx 200 con sustrato peat most previamente humedecido con tratamiento químico Captan en una dosis de 1 g/ L de agua.

La siembra se realizó en forma equidistante entre semillas en la charola llevándola a temperaturas alternas en una cámara fría a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  por diez días posteriormente se llevo a una cámara de germinación a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por ocho días y a evaluando a los 18 días después de la siembra y evaluando plántulas normales, anormales y semillas sin germinar o muertas, conforme al manual de la Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1992).

#### **Vigor.**

#### **Índice de velocidad de emergencia (IVE).**

Se sembró en charolas de plástico usando peat most como sustrato el cual fue humedecido con captan más agua a una concentración de 1 gr/lt de agua, donde se hicieron 3 repeticiones de 5 semillas cada una

para los nueve tratamientos. Se llevaron a temperaturas alternas en una cámara fría a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  por 10 días y llevándolas posteriormente a una cámara germinadora a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  por un periodo de 8 días.

Para la evaluación, se tomaron en cuenta las plántulas emergidas por día a completar los días totales de la prueba de germinación a los 18 días calculándose el Índice de Velocidad de Emergencia con la siguiente fórmula:

$$\text{IVE} = \frac{\sum \left( \frac{\text{No. Plántulas}_1}{\text{Día}_1} + \frac{\text{No. Plántulas}_2}{\text{Día}_2} + \dots \right)}{n}$$

**Longitud media de plúmula y radícula (LMP y LMR).**

Se utilizaron tres repeticiones de cinco semillas para cada tratamiento, utilizando la metodología descrita por Perry (1977). Evaluando las plántulas normales al término de 18 días de la prueba de germinación, se midió la plúmula y radícula con una cinta métrica determinando la media por repetición de cada tratamiento.

## **Invernadero.**

Antes del trasplante, se remojo la raíz de cada plántula normal con solución de Algaenzims<sub>MR</sub> a una concentración de 0.5% y se procedió al trasplante evaluando su desarrollo en altura de plántula cada ocho días durante tres meses.

En el invernadero se evaluaron las plántulas normales obtenidas en la prueba de capacidad de germinación transplantando cada plántula en una maceta de plástico con capacidad de 2 k., utilizando suelo como sustrato, fertilizando con nitrógeno, fósforo y potasio en relación 340 – 240 -300 (dosis recomendada por los agricultores) donde el nitrógeno se puso un 50% inicial y el otro 50% a los 30 días.

La aplicación del abonado foliar fue por aspersion una solución de Algaenzims<sub>MR</sub> al 1% como fertilizante foliar para cada una de las plantas de los nueve tratamientos a los 45 días después del trasplante a la maceta y después a los 60 días evaluando cada ocho días la altura de la planta hasta los 90 días.

## **Variables a evaluar en invernadero**

### **Altura de planta**

Esta se midió de cada una de las plantas de los nueve tratamientos con una cinta métrica, evaluando cada ocho días después del trasplante por un período de tres meses

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Para analizar los datos obtenidos del presente trabajo de investigación, fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, utilizando nueve tratamientos con tres repeticiones.

### **Análisis Estadístico.**

Los análisis de varianza para los métodos de extracción se realizaron mediante el paquete estadístico SAS versión 6.0 (1989), con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Valor observado.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$S_i$  = Efecto del  $i$  ésima extracción.

$E_{ij}$  = Error experimental.

### **Comparación de Medias.**

Se utilizó la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS), al nivel de 0.05 de probabilidad para todas las variables evaluadas según (Steel y Torrie, 1980), se calcula mediante:

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

Donde: CMEE = Cuadrado medio del error.

$r$  = Número de observaciones usadas para calcular un valor medio.

$\alpha$  = Nivel de significancia.

g.l.EE = Grados de libertad del error experimental.

t = Valor tabular que se usa en la prueba, con los grados de libertad del error y

el nivel de significancia apropiado.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Capacidad de germinación.

Se obtuvo un 100% de germinación en todos los tratamientos evaluados, considerando plantas normales, aquellas que poseen sus estructuras esenciales para producir en suelo de buena calidad preparado en el laboratorio, bajo condiciones de agua, luz y temperatura como se muestra en la figura 4.1; plantas anormales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide un desarrollo normal cuando crecen en suelo preparado y en condiciones favorables y las semillas que no germinen y que no se les clasifique como latente o duras figura 4.2, deberán ser consideradas como semillas muertas (Torres, 2005).

La buena germinación que se obtuvo en todos los tratamientos fue debido a que el ajo que se utilizó fue recién cosechado antes del periodo de siembra en el laboratorio, a finales del mes de noviembre cuando las temperaturas que prevalecía aproximadamente de 5°C concordando con lo que dice Alvarado (2000) quien reporta que las temperaturas de almacenaje de ajo es de cinco a 10 ° C por uno a dos meses, acortando el período de dormancia, haciendo que la brotación sea más rápida, lo cual justifica el comportamiento de la germinación, como también el desarrollo y crecimiento de la planta en la semilla estudiada.

Fisiológicamente la semilla, en este rango de temperaturas favorece la acumulación de citoquininas, ya que como menciona Alvarado (2000)

es uno de los efectos de esta hormona el estimular la germinación de semillas y acelerar el proceso de brotación que junto con la giberelina actúa interrumpiendo el período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizando las reservas en azúcares. Por ello se encontró un comportamiento parecido entre los productos, combinaciones y dosis estudiadas en la germinación en la semilla de ajo variedad Taiwán. ya que estos contienen como ingrediente activo Giberelinas en más de 1000 ppm,; que provocan igual efecto sin encontrar diferencias entre ellos



Figura No. 4.1. Plántula normal de ajo morado (*Allium sativum* L.) variedad Taiwán.



Figura No. 4 2. Semilla de ajo morado (*Allium sativum* L.) variedad Taiwán. sin germinar

## **Vigor.**

### **Índice de velocidad de emergencia (IVE).**

En el Análisis de Varianza resulto con significancia entre los tratamientos como se muestra en el Cuadro 4.1 con un coeficiente de variación de 53.03%, por lo cual pudiera ser por el mismo efecto o actividad de las hormonas que contienen los promotores.

En la comparación de medias cuadro 4.2, se reporta que el T dos es el sobresaliente, seguido del T cinco, mientras T uno y T cuatro presentaron el mismo resultado y T nueve como el de más bajo valor estadístico, sin embargo numéricamente el tratamiento dos, quien consiste en la aplicación de Algaenzims<sub>MS</sub> en la dosis recomendada por el fabricante fue el más sobresaliente con 5.07 de índice de velocidad de emergencia por día. Coincidiendo con lo que reporta Senn, (1987) donde dice que la aplicación de extractos de algas tuvieron mayores efectos en la emergencia de semillas de lechuga, apio, cebolla, tomate, rábanos y manzano. Menciona que el efecto se debe a los reguladores de crecimiento de las plantas que se encuentran en los derivados de algas marinas, principalmente, a las giberelinas y citocininas

Mientras que los tratamientos T uno y T cuatro estadísticamente son iguales; también T tres, T seis, T siete y T ocho resultaron estadísticamente iguales; pero el tratamiento nueve que es el testigo presentó un menor valor de emergencia de 0.82; en la Figura 4.3 muestra que el efecto con del Algaenzims<sub>MS</sub> es positivo en la emergencia de la semilla de ajo debido a que este producto contiene reguladores del crecimiento como las giberelinas. Concordando con López, (2006) quien también usó el producto comercial Gibermass a base de ácido giberélico en chile piquin (*Capsicum annuum*), variedad *aviculare*.

Derb., donde obtuvo mayores valores de emergencia y germinación de chile, obteniendo dosis altas de Gibermasss provoca intoxicación a la semilla debido a la concentración alta de ácido, en el caso de ajo por utilizar concentraciones bajas no se reflejo este efecto

Cuadro. 4.1. Cuadrados Medios para Índice de Velocidad de Emergencia (IVE); Longitud Media de Plúmula (LMP); Longitud Media de Raíz (LMR).

FV	GL	IVE	LMP	LMR
Tratamiento	8	4.21*	7.12**	122.72 <sup>NS</sup>
Error	18	1.95	2.76	125.76
CV		53.03%	17.92%	89.74%

C.V. = Coeficiente de variación

\* \*\* = significativo al 5 y 1% de nivel de significancia respectivamente

NS = No si gnificativo

G.L. = Grados de libertad

IVE = Índice de velocidad de emergencia

LMP = Longitud media de plúmula

LMR = Longitud media de radícula

Cuadro. 4.2. Comparación de medias para Índice de Velocidad de Emergencia (IVE); Longitud Media de Plúmula (LMP); Longitud Media de Raíz (LMR).

Tratamientos	IVE	LMP	LMR
1	3.07 a b c	7.77 b c	9.31 b
2	5.07 a	10.37 a b	29.30 a
3	2.14 b c	9.90 a b c	9.80 b
4	2.80 a b c	10.45 a b	11.04 a b
5	3.40 a b	11.91 a	12.55 a b
6	1.82 b c	9.67 a b c	11.71 a b
7	2.26 b c	7.31 c	9.12 b
8	2.04 b c	8.08 b c	10.40 a b
9	0.82 c	8.09 b c	9.34 b

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS = 0.05%)

IVE = Índice de velocidad de emergencia

LMP = Longitud media de plúmula

LMR = Longitud media de radícula

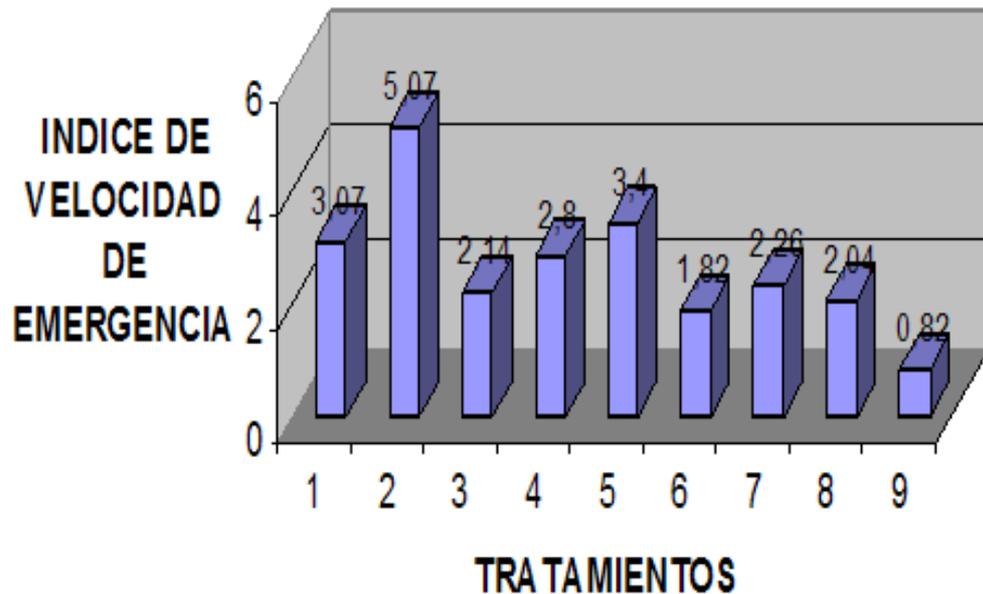


Figura 4.3 Cuadrados medios de la variable índice de velocidad de emergencia en semilla de ajo morado variedad Taiwán.

El comportamiento que se observó al realizar el Índice de Velocidad de Emergencia en todos los tratamientos como se muestra en la figura 4.4 los tratamientos dos (Algaenzims<sub>MR</sub> concentración recomendada por el fabricante); el T siete (Algaenzims<sub>MR</sub> al 25%) y T ocho (Algaenzims<sub>MR</sub> y Gibermass al 25%), inicia la emergencia el tratamiento dos con un 20% alcanzando el 100% a los diez días de la prueba, otro de los tratamientos es el siete con un 13% alcanzando el 100% de emergencia a los 12 días y el ocho con 6.6% alcanzando su máximo a los 11 días de la prueba.

El comportamiento del T uno (Gibermass concentración recomendada por el fabricante) su emergencia inicio al segundo día con un porcentaje de 6.6% día de estar las semillas en la cámara fría alcanzando el 100% a los once días; para el T tres (Algaenzims<sub>MR</sub> al 50%) la emergencia fue hasta el tercer día con un 20% alcanzando el 100% a los diez días; el T cuatro (Gibermass al 50%) inicio su emergencia hasta

el segundo día con un 20% alcanzado el 100% a los 10 días; para el T cinco ( Alagenzims<sub>MR</sub> y Gibermass al 50%) inicio el segundo día con un 40% alcanzando el 100% a los siete días; el T seis (Algaenzims<sub>MR</sub> al 75%) al segundo día con un 20% de semillas emergidas y el 100% fue hasta los 12 días , el T nueve que es el testigo la emergencia inicio al sexto día con solo un 13 % de emergencia y con el 100% a los 12 días. A los 18 días que fue el término de la prueba se obtuvo el 100% de germinación en los nueve tratamientos.

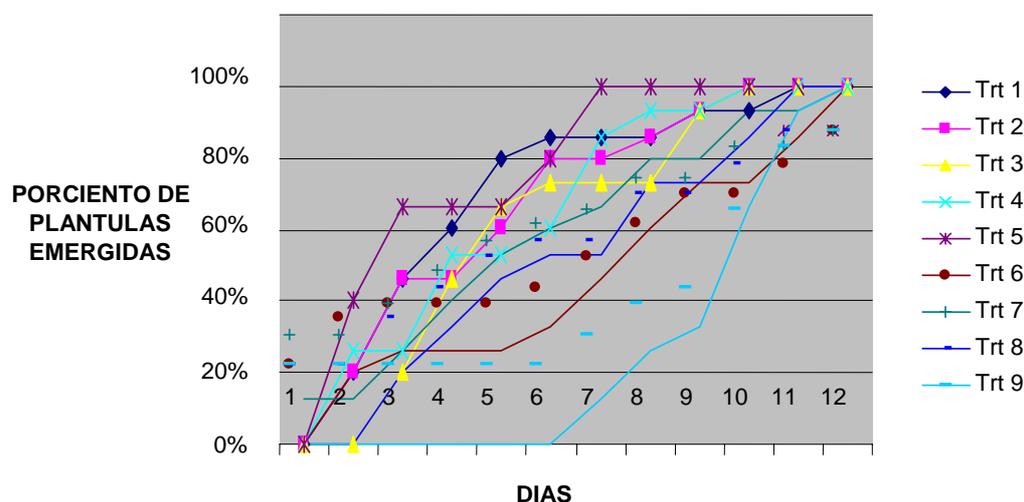


Figura 4.4. Comportamiento de la velocidad de emergencia de la semilla de ajo en los nueve en los nueve tratamientos por día.

### Longitud Media de Plúmula (LMP).

Para esta variable se encontró diferencia altamente significativas al 0.05% entre los tratamientos como se muestra en el Cuadro 4.1 con un coeficiente de variación de 17.92% lo que indica confiabilidad en el trabajo en este factor.

En la comparación de medias como se muestra en la Figura 4.5, se reporta que el tratamiento dos, tres, cuatro, cinco y seis son estadísticamente iguales pero numéricamente el tratamiento cinco que consiste en la aplicación de Algaenzims<sub>MS</sub> al 50% más Gibermass al 50% resulto ser el mas sobresaliente en cuanto a longitud de plúmula con un valor de 11.91 cm como menciona Núñez, (2004) quien aplicó el producto comercial Algaenzims a dos variedades de Trigo (Guamuchil y Tonichii) en dosis de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%, directamente al suelo en plántulas de 30 días; y observó que la aplicación Algaenzims influye sobre: longitud total, número de hojas por plántula así como, en el ancho de hojas efecto semejante al encontrado en el estudio con ajo.

El T siete donde se aplicó Algaenzims<sub>MS</sub> al 25% resulto ser estadísticamente igual a los T uno, T tres, T seis, T ocho y T nueve pero fue el que presentó un menor valor de longitud de plúmula con un valor de 7.31 cm; con lo anterior podemos decir que las semillas tratadas con Algaenzims<sub>MS</sub> al 50% y en combinación con Gibermass al 50% tienen un efecto favorable en el desarrollo de la plúmula debido posiblemente a la concentración de auxinas en los dos promotores, tienen efectos estimulantes sobre el crecimiento de tallos y raíces.

La influencia de la auxina, quien también forma parte de los productos estudiados así la plasticidad de la pared celular aumenta y la célula se ensancha en respuesta a la turgencia que provoca la entrada de agua en la vacuola y es la consecuencia del alargamiento celular. En tanto que las giberelinas que también están presentes en los dos promotores incrementan tanto la división como la elongación celular, debido a se incrementa el número de células y la longitud de las mismas incrementando el desarrollo de las hojas jóvenes. En el caso de las auxinas, el debilitamiento de la pared celular es necesario para el alargamiento celular estimulando el crecimiento inicial de la plántula, por lo que las giberelinas

pueden sustituir el factor que interrumpe el letargo, promoviendo así el crecimiento del embrión y la salida de la plántula. Como menciona Cárdenas (2006), que la combinación de AlgaRoot<sup>MR</sup> (bioestimulante a base de algas marinas) más GA<sub>3</sub> incrementa la altura de la planta, biomasa y materia seca y por consiguiente se producen mejores características de calidad para la planta.

Así mismo reafirma Gómez (2002), que obtuvo una respuesta positiva con ácido giberélico en semillas de *A. purpurea* Moc & Sessé, encontrando que el ácido promovió un mejor desarrollo de la plántula.

Por otro lado, Saxena et. al. (1990), al tratar de recuperar el vigor de las semillas de maíz, cebolla, garbanzo y girasol que estaba almacenadas, fueron tratadas con GA<sub>3</sub> y Kinetin a dosis de 10 y 5 M. por 6 Hrs. de inmersión. Sus resultados mostraron que GA<sub>3</sub> incremento la germinación y longitud de plúmula.

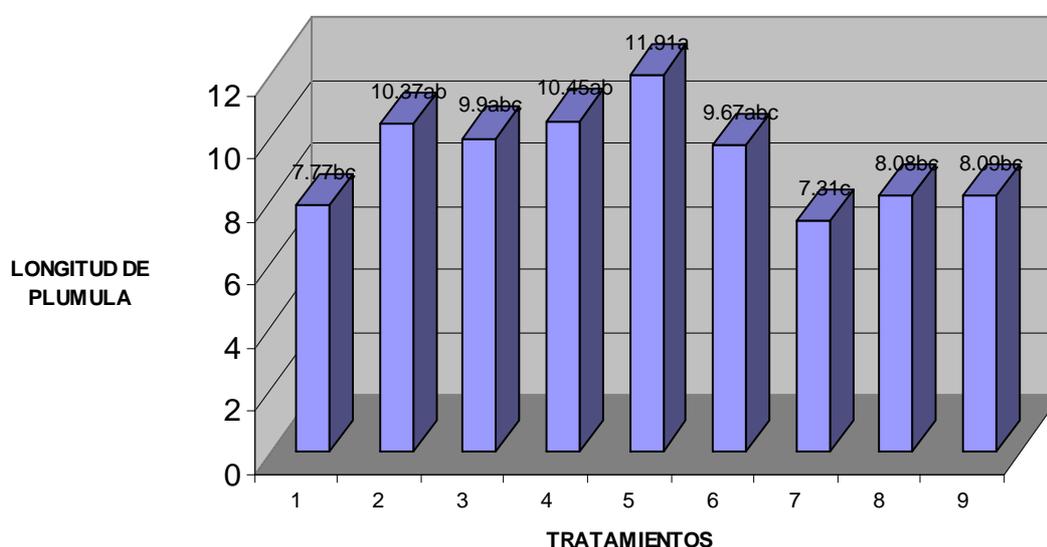


Figura 4.5 Cuadrados medios de la variable longitud media de plúmula en semilla de ajo morado variedad Taiwán.

### **Longitud Media de Radícula (LMR).**

En el Análisis de Varianza no se encontró significativa (NS) al 0.05 % entre los tratamientos como se muestra en el Cuadro 3.1 con un coeficiente de variación de 89.74%.

En la comparación de medias se reporta que el tratamiento dos, cuatro, cinco, seis y ocho son estadísticamente iguales pero numéricamente el tratamiento dos que consiste en la aplicación de Algaenzims<sub>MS</sub> con la dosis recomendada fue el más sobresaliente en la longitud de radícula con un valor de 29.74 cm.

El tratamiento siete donde se aplicó Algaenzims<sub>MS</sub> al 25% resulto ser estadísticamente igual a los tratamientos uno, tres, siete y nueve pero fue el que presentó un menor valor de longitud de radícula con un valor de 9.12 cm como se muestra en la Figura 4.5. como menciona Martin *et. al.* (1962), donde encontraron que plántulas de tomate tratadas con varias concentraciones de extractos de algas añadidas al suelo exhibieron más rápido y favorable crecimiento vegetativo comparado con los controles, y que esto es causado por el contenido de auxinas y giberélinas que presenta el algaenzims<sub>MR</sub>; aumentando la elongación celular, y haciendo posible que las raíces puedan atravesar las cubiertas de las semillas.

También González *et. al.* (1999), mencionan que las auxinas, en cantidades pequeñísimas, pueden estimular el crecimiento de las raíces. No obstante, en cantidades algo mayores, inhibe el crecimiento de las raíces primarias, aunque puede promover la formación de nuevas raíces secundarias.

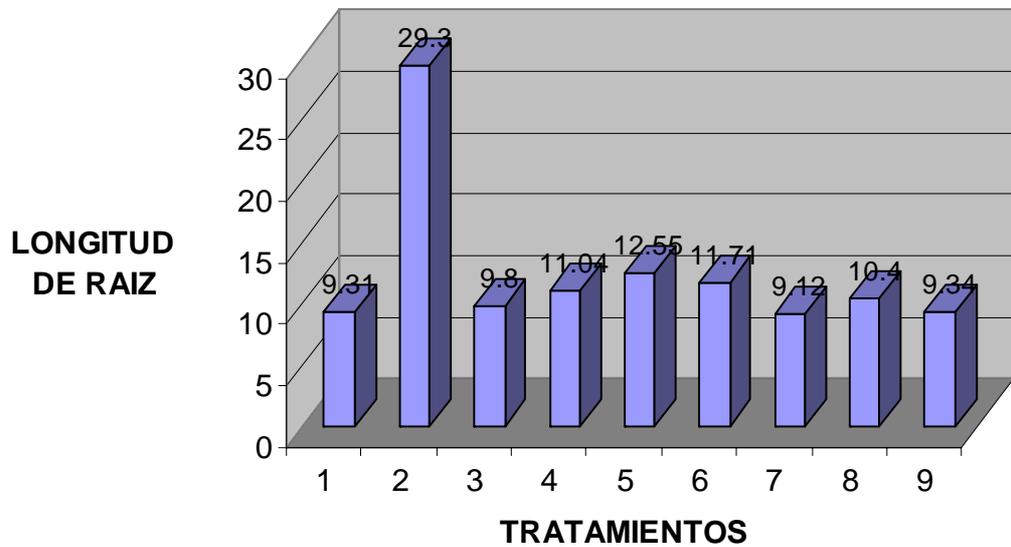


Figura 4.6 Cuadrados medios para la variable longitud media de raíz de semilla de ajo morado variedad Taiwán

#### Invernadero.

#### Altura de planta.

Para la variable de invernadero los tratamientos y el muestro fueron significantes con un valor de 156.48 y 24.56 cm con respecto al muestreo por tratamiento no mostró significancia resultando con un valor de 5.2 cm como se observa en el Cuadro 4.3. Con respecto al muestreo por tratamientos y el muestreo por repetición no fueron significantes con un valor de 5.2cm. y 15.36 cm.

En la variable **altura de la** planta en cuadro 4.4 se observan los meses en que se evaluó la longitud de la hoja, en el mes de enero y febrero el comportamiento de las plantas fue positivo, las hojas se observaron vigorosas y sanas.

Cuadro 4. 3. Comparación de medias para la variable altura de plántula en invernadero

FV	GL	Altura de Planta
Muestreo	2	156.48 *
Muestreo x Repetición	6	15.36 ns
Tratamiento	8	24.56*
Muestro x Tratamiento	16	5.2 ns
Error	48	13.75
CV		21.49%

FV = Fuente variación  
 CV = Coeficiente d variación  
 GL = Grados de libertad

NS = No significativo  
 % = Probabilidad  
 \* = Significativo al 5%

Cuadro 4.4. Comparación de medias de los meses evaluados para altura de planta ( invernadero)

Muestreo	Medias de altura de planta
1	17.81 cm a
2	19.33 cm a
3	14.62 cm b

Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS = 0.05%)

En el mes de Enero se realizó la primera aplicación de Algaenzims MR al 1%, por lo que en el mes de Febrero las plantas presentaron una respuesta positiva al abonado foliar y por tanto las hojas presentaron un mayor desarrollo en longitud, como menciona Munguia, (2000), quien trabajo con maíz aplicando algaenzims como fertilizante, reporta rendimientos de forraje fresco de 62 ton/h en el testigo y 82 ton/h en el tratado obteniendo un 32% mas con el fertilizante que en el testigo en el mes de marzo, las plantas se debilitaron por la presencia de insectos (trips) como menciona González, (2005), que los trips aparecen desde la emergencia de las plantas y sus poblaciones se incrementan cuando las temperaturas ambientales son altas y su rendimiento se reduce hasta en un 20 por ciento.

También su respuesta negativa fue causada por un nematodo que ataca el bulbo causando la muerte de las plantas en el mes de abril.

## CONCLUSIONES

El producto biológico Algaenzims<sub>MS</sub> a base de macro y micro algas marinas y el Gibermass a base de ácido giberélico y algas marinas, ayudan a tener una mejor respuesta en el índice de velocidad de emergencia de ajo variedad Taiwán.

También se llegó a la conclusión que el mejor promotor de el vigor es el Algaenzims<sub>MS</sub> con la dosis recomendada por el productor que fue el que propicio más pronto la emergencia y el desarrollo de la plántula

La combinación de Algaenzims<sub>MS</sub> al 50% + Gibermass al 50% es la dosis que presento una mayor longitud de plúmula y radícula por lo que se pueden producir condiciones y características favorables de la planta para su trasplante con está combinación y puede ser recomendada a los productores de ajo

En el invernadero no se obtuvo el resultado que se esperaba ya que las condiciones del lugar no fueron las más adecuadas para este cultivo mas sin embargo si mostraron diferencia las plantas al aplicar el Algaenzims<sub>MR</sub> como abonado foliar presentando mayor longitud de hoja y mayor vigor.

## RESUMEN

México, ha sido uno de los principales países productores y exportadores de ajo a nivel mundial, considerando este cultivo como uno de los más redituables por su uso industrial, medicinal y como condimento. Uno de los problemas que presenta el cultivo de ajo variedad Taiwán es una baja germinación debido a la latencia que presenta la semilla recién cosechada, aunado a esto también los problemas fitosanitarios causados por virus, bacterias, insectos y nemátodos, transmitidos de un ciclo a otro al hacer una mala selección de la semilla causando así una baja emergencia y desarrollo de la planta por lo que el presente trabajo pretende resolver este fenómeno fisiológico en el que se utilizó la combinación de dos promotores orgánicos y así aumentar su poder germinativo y un desarrollo positivo de las plantas. El trabajo se llevo a cabo en el laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y en el invernadero de la misma. Los tratamientos fueron nueve incluyendo al testigo. Los promotores usados son Algaenzims<sub>mr</sub> y Gibermas y sus combinaciones. Los datos del presente trabajo fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las variables que se evaluaron fueron: Índice de velocidad de emergencia, longitud de plúmula y radícula. En los resultados obtenidos se encontró para el índice de velocidad de emergencia que el tratamiento dos la dosis con Algaenzims<sub>MR</sub> la recomendada por el fabricante resulto altamente significativo en comparación con los otros tratamientos. Para la variable longitud de plúmula se encontró que el tratamiento cinco combinación de Algaenzims<sub>MS</sub> al 50% más

Gibermass al 50% tienen un efecto favorable sobre desarrollo de la planta de ajo. Para la variable longitud de radícula el tratamientos dos, dosis recomendada por el fabricante fue el más sobresaliente de los tratamientos. En invernadero se usaron las mismas plantas para germinación en el laboratorio, se evaluó altura de planta en los meses de enero, febrero y marzo resultando el mes de febrero con mayor altura de las plantas. Se concluye que los productos biológicos Algaenzims MR y Gibermass tienen una respuesta favorable en el índice de velocidad de emergencia, así como la combinación de Algaenzims MR al 50% y Gibermass al 50% fueron benéficos para una mayor longitud tanto de plúmula como raíz, en el invernadero la aplicación de Algaenzims MR como abonado foliar también fue favorable al presentar las plantas de ajo mayor longitud de hoja y mayor vigor.

## LITERATURA CITADA

- Alvarado, P. A . 2000. Monitoreo de la producción y comercio de ajo y cebolla en Chile. Programa de Reconversión y Desarrollo de la granja. Santiago, Chile.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA) 1992. Seedling evaluation handbook. Contribution No. 35 The Handbook of official Seed. United States of America. 76- 80 p.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA) 1993. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 The Handbook of official Seed. United States of America. 88p.
- Besnier R, F. 1989. Semillas biología y tecnología. Ediciones mundi Prensa Castelló, Madrid.
- Bewley, J. D. and M. Black 1985. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination Springer Verlag N. Y.
- Bioenzimas, 1989. Suplemento Especial 1979-1989. Saltillo, Coahuila, México.Pp.1-5.
- Black, B. and Bukovac, M. J.1996. Plant growth regulator application technology, uptake and action. pp. 40 -50, In: P.K. Andrews: G.A. Lang; K. Millinix (eds). Tree Fruit Physiology: Growth and Development. Good Fruit Grower. Washington. USA.

- Blaine, M., Zimmerman W. J., Ian C. I. and Van Staden J. 1990. Agronomic Uses of Seaweed and Microalgae. Introduction to Applied Phycology. pp. 589-627. Ed. bv. The Hague, The Netherland.
- Booth; E. (1960) Seaweed. Acheap soil conditioner. The Grower. E.U.A.
- Booth, E. (1969) The manufacture and properties of seaweed extracts. Proc Int Seaweed Symp 6 .655 – 662.
- Burba, J. L. 1982. Producción, propagación y utilización del ajo (*Allium sativum*). Editorial Limusa S.A. México Pp. 63 – 123.
- Burba. J. L. 2002. Recomendaciones para el cultivo de ajo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Santa Cruz. Buenos Aires. Argentina.
- Canales, L. B. 1997. Las algas en la agricultura orgánica. Consejo Editorial. Saltillo, Coahuila.
- Canales, L. B. 2004. Catalogo de Productos de Palau Bioquim. www Palaubioquim. com.Cárdenas, V. J. M. 1980. Interacción, fertilización nitrogenada, densidad de siembra en ajo criollo. Experimentos de Investigación de Hortalizas CAEPAB. INIA-SARH. Pp. 149 -150.
- Cárdenas, V. J. P. 2006. El AlgsRoot MR en la producción de plata de Chile piquín (*Capsicum annuum* vr. *Aviculare* Dierb) Tesis de
- CIAB. 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola – Celaya Gto. SARH INIA CIAB.

- Cleland, R .E. 1987 Auxin and cell elongation. Pages 132 -148 in P. J. Davies (ed.), Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development. Martinus Nijhoff Publishers, Boston.
- Cronquist, A. 1989. Botánica Básica. Estructura de la semilla pp. 431-433. Ed. C.E.C.S.A. México.
- Crouch and J. Van Staden 1992. Evidence of the Presence of Plant Growth Regulators in Commercial Seaweed Products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. Printed in Netherlands.
- De la Rosa, I M., Maiti R.K. and De León B. 1994. Efecto del ácido giberelico y del 2,4-D en el rendimiento del cultivo del ajo (*Allum sativum L.*) Revista internacional de Botánica experimental Oyton Vol.XII No.56 pp. 91 – 94. Argentina.
- De León. R. B 1995 Efecto del ácido giberelico y el 2-4 diclorofenoxiacético en el crecimiento y desarrollo de ajo (*Allum sativum L.*). Tesis licenciatura. ICCAC, A.C. Saltillo Coahuila. México.
- Díaz, A. A. 1973 El ajo en el Bajío, una hortaliza popular. Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío.
- Díaz de León y Castellanos (2000). El ajo en México: origen, mejoramiento genético y tecnología de producción. Celaya, Gto., México. SAGARPA, INIFAP, CAMPO Experimental Bajío. 50 -63 p. (Libro técnico Núm.3)..

- Dietz, A., U. Kutschera, and P.M. Ray. 1990. Auxin enhancement of mRNAs in epidermis and internal tissues in the pea stem and its significance for control of elongation. *Plant Physiology* 93:432 – 438.
- 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.
- Fosket, D. E. 1994. *Plant growth and development a molecular approach.* Academic Press. USA. 580 p.
- Garcidueñas, M.R. y Ramírez, H. 1993. *Desarrollo de las plantas.* Editorial Limusa. Segunda edición México pp. 124.
- Gómez, C. J. C. 2002. Germinación y crecimiento de plántula de chjincuya (*Anona purpúrea* Moc y Sesse) y su relación con giberelinas y ácido absísico. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Buenavista, Saltillo. Coahuila. México
- González, A. M., M. Aguirre y J. S. Raciman. 1999. Hormonas vegetales <http://fai.unne.edu.ar/biologia/planta/auxinas.htm>.
- González, Y. J. I. 2005. *Guía practica de productos fitosanitarios.* Agrotierra. Ed. Mundi prensa. 2ª Ed. España 442 p.
- Goini, A. G. 1997. *Hortalizas aprovechables por sus bulbos.* Editorial Mundi- prensa-Madrid. Pp.19 -103.

- Heredia, A.C. 1981. El cultivo del ajo en México, *Novedades Hortícolas*, Vol XVI Nos. 1-4 SAG – INIA. Chapingo, México.
- Heredia, Z. A. 1995. Guía para cultivar ajo en el Bajío. Folleto para Productores N° 1, INIFAP.
- Heredia G. E. 2000. Tecnología de Producción. El ajo en México: origen, mejoramiento genético y tecnología de producción. Celaya, Gto., México. SAGARPA, INIFAP, CAMPO Experimental Bajío. 37 -45 p. (Libro técnico Núm.3)..
- Heredia G. E. y Delgadillo S. F. 2000. El ajo en México: origen, mejoramiento genético y tecnología de producción. Celaya, Gto., México. SAGAR, INIFAP, Campo Experimental Bajío. 120p. (Libro Técnico Num. 3).
- Hidalgo, O. A. y H. Rincón 1989. Avances en la producción de tubérculo-semilla de papa en los países del Cono Sur CIP Lima, Perú. 199 p.
- Hill, T.A (1984). Hormonas reguladoras del crecimiento Vegetal. Ediciones omega. Barcelona.
- INFOAGRO, 2002. El cultivo el ajo. <http://www.infoagro.com/hortalizas/ajo.htm>.
- International Seed Testing Association. (ISTA) 1996. International Rules For Seed Testing. Seed Sci. and Technol. 13(2): 322. Holanda.
- International Seed Testing Association. (ISTA) 2004. International Rules For Seed Testing. Rules 1996. Seed Sci. Technol. 13(2):200-355.

- Jen, J. J. 1972. The effects of Seaweed on plant Growth. S. C. Agr. Expt. Sta. Dept. Hort. Res. Series No. 141. Clemson Univ., Clemson, S.C.  
pp. 36 – 43.
- Jann, R. C. and R. D. Amen. 1977. What is germination?. In The physiology and biochemistry of seed germination, A.A. Khan, ed. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., pp. 7 – 28.
- Jaramillo, J. V. 1994. *Allium* genetic resources in Latin America: situation and perspectives. Act Horticulturae. 358:147-149.
- López, S. S. R. 2006. Efecto de gibermass en solución osmótica sobre la latencia de semilla de chile piquen (*Capsicum annuum*), variedad *aviculare*. Derby. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro “ Buenavista, Saltillo Coahuila. México.
- Lluna, R. 2006. Hormonas Vegetales. Horticom. Ediciones de Horticultura, S.L.
- Macias, V. L. M., Valdez, M. C. C., López, F. L .C. 1999 Guía para cultivar ajo en Aguascalientes. Folleto para productores No. 21 INIFAP, Fundación Produce.
- Martín, J. A., T. L. Senn, and J. A. Crawford. 1962. Influence of humic and fulvic acids on the growth, yield, and quality of certain horticultural Crops. S.C.Agr. Exp. Sta. Dep. Hort. Res. Series No. 30. Clemson Univ., Clemson, S.C. pp. 2 -39.
- Martínez, C. C. 1995. Efecto de algas marinas y un fertilizante complejo en el rendimiento de pimiento morrón. Tesis de licenciatura.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena vista,  
Coahuila. México.

Meyer, B.S., D.B. Anderson y R.H. Bohning. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Pag. 59 -60, 61 – 70.

Meeting, B., Zimmerman W. J., Cruoch I. and Van Standen J. (1991). Agronomic uses of seaweed and microalgae. In: Akatuska I (ed) Introduction to Applied Phycology, pp 269 – 307. The Hague, Netherlands: SPB. Academic Publishing bv.

Mooney Y Van Standen, 1987. Algae and Citokinins. J Plant Physiol 123:1 – 21.

Moreno, M. E. 1996. Manual para Análisis de Semillas. Productora Nacional de Semillas. México, D.F. pp. 443 – 450.

Mowat , J.A. and A. M. Reid. 1967. Investigations of Radish leaf Bioassay for Kinetins and Demonstration Of Kinetin – Like Substance in Algae. Ann. Rev. Bot. 32:23 – 32.

Munguía, L. J. 2000. Avances del Proyecto: Aplicación de Derivados de Algas Marinas y Labranza de Conservación en Cultivos de Relevo:Maíz-Frijol-Trigo para Lograr un Mejor Aprovechamiento de los Recursos Suelo-Agua. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).

Nickell, L. G.1979. Controlling biological behavior of plants with synthetic plant growth regulating Chemicals. Plant growth regulation 9: 113 – 126.

- Núñez, G. A. 2004. Efecto de algaenzims sobre el crecimiento y perfil de minerales de dos variedades de trigo *Triticum aestivum* L., en etapa temprana VI Congreso de Ciencias de los Alimentos. Ed. Especial No. 6. Nuevo León. México.
- Peña, B. A. 2004. Aplicación de algaenzims con agrofilm en el crecimiento y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulagris*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Perry, D. A. 1977. A vigor test for seeds of barley (*Hordeum vulgare*) based on measurement of plumula growth. *Seed Science and Technology* 5, 709-719.
- Perry, D. A. 1987. Introduction: methodology and application of vigour tests: Growth and evaluation tests: Topographical Tetrazolium test. ISTA. Handbook of vigour tests methods. 2a. Edition. Zurcú, Switzerland. p.72.
- Polina, M. F. J. 1989. Efecto del acondicionamiento osmótico y las giberelinas sobre semillas recalcitrantes de tres especies arbóreas de la selva tropical humeada de Veracruz. México. *Phytología*. 62: 100 – 106.
- Portela, J. A. 1999. Como producir calidad en ajos nobles. En: Curso taller sobre Producción, Comercialización E Industrialización De Ajo,6. La Consulta, Mendoza, INTA EEA la consulta; p.79-89.
- Potts, H. E. 1977. Semillas, Desarrollo, Estructura y Función. Curso Sobre producción de semillas, Centro Internacional de

Agricultura Tropical Cali, Colombia.

Raymond, D. 1982. Cultivo práctico de hortalizas. CECSA. México. Pp. 76 -78 y 144.

Ramírez, G. V. 2001. Extractos de algas marinas en la producción de pimiento morrón en invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro. Buena vista, Coahuila. México.

Riley, J. M. 1997. Gibberellic acid for fruit set and seed germination. CRFG Journal 19: 10 -12.

Rojas, G. M. y H. Ramírez 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas. PRIMERA EDICIÓN. Ed. Limusa. México. p. 31.

Rodríguez, M., R. 1992. El ajo del ajo. Publicación "AGROMUNNDO". Año 5. Vol.7. Chihuahua, Chihuahua Pp. 30 -31 SARH.1995. Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. Ajo producto, pp. 7 – 10.

SAGARPA. 2007. Boletín del mercado agropecuario.

Salisbury, F. B. y C. W. Ross 1994. Fisiología vegetal. Ed. Iberoamericana México pp. 395 - 449.

SAS Institute Inc. 1987. SAS/STAT User' s Guide. Version 6, fourth Edition. SAS Institute Inc., Cary, N. C.

- Seen, T. L. 1989. Seaweed and plants growth. Traducido al español por Benito Canales López. Crecimiento de algas y plantas. Ed. Alpha publishing Group. Houston. Texas.USA.
- Seen, T. L., Martin J.A., Crawford J. H. and Derting C.W. (1961). The effect of Norwegian seaweed (*Ascophyllum nodosum*) on the development and composition of ceratin horticultural and special crops. South Carolina Agricultural Experimental Station, Research Serial Number 23.
- Steel, G. D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. Mc.Graw-Hill, New York. USA.
- Saxena-OP; Neena-Panndey; Neeta-Chandek; Ashma-Malhotra; Vibha-Arya. 1990. Recovery of vigour viability of aged seeds by gibberellic acid and kinetin, In: Proceedings of the International congress of plant physiology. New Delhi, India, Volume 2., 1306-1308. p.
- Tamaro, D. 1981. Manual de Horticultura. Ediciones C. Gill. S.A. México. D. F. 9ª. Edición.
- Taylor and D. J. Cosgrove. 1989. Gibberellic acid stimulation of cucumber hypocotyls elongation. Effects on growth, turgor, osmotic pressure, and cell wall properties. Plant Physiology 90: 1335 – 1340.
- Teuscher, H. y R. Adler. 1984. El Suelo y su Fertilidad. Continental. Octava impresión. 510 p.

- Torres, T. A. 2005. Manual de practicas del curso control de calidad de semillas del C. C. D. T. G. S. de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo Coah. México.
- Valadez, L .A. 1992 Producción de hortalizas, Ed. Limusa, México, D. F.
- Vásquez, L. V. 2002. Efectos de algas marinas en la producción de pimiento morrón. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro. Buena vista, Coahuila. México.
- Vite, V. R. 1993. Efecto del Biozyme T.F. en la producción del cultivo del ajo en la región de Derramadero, Coahuila. Tesis UAAAN, Saltillo, Coahuila. México.
- Vuelvas, C. M. A. 2000. Riego. El ajo en México: origen, mejoramiento genético y tecnología de producción. Celaya, Gto., México. SAGARPA, INIFAP, CAMPO Experimental Bajío. 46 -49 p. (Libro técnico Núm.3).
- Weaver, R. J. 1996. Reguladores del crecimiento de las plantas de la agricultura 8ª. Reimpresión. Ed. Trillas, México. P. 19, 39, 81, 113 -155.
- William, B. C., G. Blunden, and K. Jewers. 1974. Plnt Growth Regulatiory Substances in Commercial seweed Extracts. Eight International Seaweed Symposium. Banger, Wales.