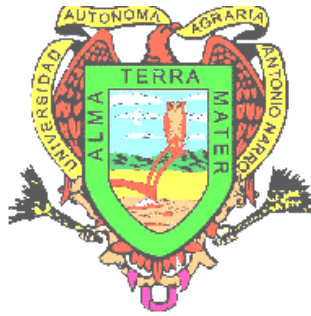


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIAS SOCIOECONOMICAS



Aplicación de un aminoácido experimental en la germinación de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. florarade) bajo invernadero

POR:

PERICLES HERNANDEZ HERNANDEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2006

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIAS SOCIOECONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA

Aplicación de un aminoácido experimental en la germinación de plántulas de
tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. florarade) bajo invernadero

PRESENTADA POR:

PERICLES HERNANDEZ HERNANDEZ

Que se Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito

Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Aprobada por:

Presidente del jurado: _____

C.P. Carlos Abrego Aguilera

Sinodal: _____

Dr. Alfonso Reyes López

Sinodal: _____

M.C. Alfonso Rojas Duarte

Suplente: _____

M.A. Carlos A. Livas Hernández

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

M.A. Eduardo R. Fuentes Rodríguez

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre de 2005

Agradecimientos

A mi **ALMA MATER**, por recibirme en su seno y permitirme formarme como profesionista, y formar parte de ella.

Al **M.C. Alfonso Rojas Duarte**, por aceptar apoyarme en este documento y por dedicar parte de su valioso tiempo libre para poder concluir satisfactoriamente este trabajo. Gracias

Al **C.P. Carlos Abrego Aguilera**, por aceptar ser el asesor principal de este trabajo, y su tiempo invertido. Gracias

Al **Dr. Alfonso Reyes López**, por su valiosa participación y apoyo para culminar mi tesis. Gracias

Al **Ing. Mario** por su colaboración para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al **Ing. Francisco** por su colaboración para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Dedicatoria

A mis padres

Alvaro Hernández del Angel

Alberta Hernández de la Cruz

Por darme la vida, su amor incondicional, y brindarme toda su confianza.

A ellos mi respeto y eterna admiración.

Por ser simplemente los mejores padres del mundo.

A mis abuelos

Por quererme mucho y cuidarme siempre.

A mi hermana

Fabiola

Por brindarme su apoyo, y estar pendiente de lo que me pase.

A mis hermanos

Alejandrina, Alvaro, Flor e Irasema

Por estar conmigo, y compartir momentos especiales. Los quiero mucho

A mi cuñado Cipriano y sobrinos Kevin Brayan y Brandon

Y a todos mis tíos, primos, a mis amigos Julián y Oscar y compañeros de la UAAAN.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
INDICE DE CONTENIDO	viii
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE CUADROS	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	2
HIPÓTESIS	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen	3
Descripción botánica	4
Planta	4
Sistema radicular	4
Tallo principal	4
Hoja	4
Flor	5

Fruto	5
Requerimientos ambientales	6
Temperatura	6
Humedad	6
Luminosidad	6
Suelo	7
Ph	7
Definición de semilla	8
Proceso de germinación de semillas	9
Factores que inhiben la germinación	11
Factores intrínsecos	11
Factores externos	12
Características de los sustratos	14
La perlita	15
Ventajas de la perlita	15
El Peatmoss	16
Características del Peatmoss	16
Ventajas de Peatmoss	17

Los aminoácidos	17
Tipos de aminoácidos	18
Función de los aminoácidos	21
Aminoácidos como quelatantes	23
Aminoácidos frente a metales pesados	25
Efecto de aminoácidos bajo condiciones de frío	25
Aminoácidos libres en el suelo fijados por otras plantas	26
MATERIALES Y MÉTODOS	27
Localización del área experimental	27
Descripción del área experimental	27
Clima	27
Suelo	27
Viento	27
Vegetación	27
Características del invernadero	27
Material utilizado	28
Soluciones nutritivas	28
Establecimiento del experimento	28

	Pag.
Diseño experimental	29
Modelo estadístico utilizado	29
Cronología experimental	30
Lavado de charolas	30
Preparación de camas flotantes	30
Siembra del cultivo	31
Fertilización y solución nutritiva	31
Control fitosanitario	32
Criterios de evaluación y muestreo	32
Variables evaluadas	32
Peso fresco (grs)	32
Peso seco (grs)	33
RESULTADOS	34
CONCLUSIONES	39
LITERATURA CITADA	40
APENDICE	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
4.1	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco de raíz	34
4.2	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco de vástago	36
4.3	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco de raíz	38
4.4	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco de vástago	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
3.1	Descripción de los tratamientos	28
4.1	Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso fresco de raíz	34
4.2	Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso fresco de vástago	35
4.3	Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso seco de raíz	37
4.4.	Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso seco de vástago	39

RESUMEN

El tomate es la segunda hortaliza más importante después de la papa en numerosos países al igual que en México, al jugar un papel preponderante en el desarrollo económico y social de la agricultura debido a la importante fuente de ingresos por concepto de exportaciones y además por generar una gran fuente de empleos al requerir de 140 jornales por hectárea.

Debido a la importancia de la inversión requerida para este cultivo es necesario la utilización de insumos de calidad (fertilizantes, plaguicidas, semillas certificadas, substratos, fitorreguladores apropiados, etc.) así como un manejo adecuado de este (control de plagas y enfermedades, iluminación, fertirriego, sistema de riego, etc.) que al final permita obtener la más alta calidad en la producción. Sin embargo, a diferencia de los demás insumos, el costo de la semilla de tomate solo representa el 3 % del costo total de producción, por lo que se requiere de la utilización de semillas certificadas que garantice un porcentaje aceptable de germinación, ya que al fallar esta los demás insumos pierden su importancia.

Por otro lado, el uso indiscriminado de productos químicos en la producción de alimentos ha recibido en los últimos años serios cuestionamientos debido a los graves

trastornos al medio ambiente y a la salud de los seres humanos, de ahí que se estén buscando nuevas formas de producir, considerándose como tecnología alternativa productos orgánicos, como lo son los productos elaborados a base de aminoácidos.

xi

El presente estudio tuvo como propósito evaluar las cualidades de un producto experimental a base de aminoácidos en la germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Var. Florarade). Se realizó en el invernadero número tres del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se aplicaron dos soluciones nutritivas, el comercial (prototipo A) y el experimental (prototipo B) utilizando 5 tratamientos con 15 repeticiones por solución con cuatro variables (peso fresco de raíz, peso fresco de vástago, peso seco de raíz y peso seco de vástago).

El producto comercial y el producto experimental resultaron estadísticamente iguales donde el tratamiento 2 y el 4 conformado por Maxiplant y el producto experimental respectivamente resultaron mejores y se comportaron estadísticamente iguales bajo una solución de 2 cm³/l agua superando así a los T₁, T₅ y T₃.

INTRODUCCIÓN

La disparidad entre el crecimiento de la población y el crecimiento de la producción representa un gran reto para los países debido a que resulta difícil de cubrir la demanda de alimentos para una población cada vez mayor mediante el uso de técnicas agrícolas tradicionales. Como menciona Malthus (1986) que mientras la producción crece aritméticamente, la población crece geográficamente. Por ello se requiere de la integración y aplicación de tecnología como es el caso del acolchado de suelos, riego por goteo, fertilización carbónica, fertirrigación, etc. que pueda ser transferida a los productores.

El tomate es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. En la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo (Nuez y Esquinas, 1995). Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50 % de la producción en el mundo: la papa y el jitomate, lo cual nos indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial. Los principales productores de tomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70% de la producción mundial (FAO, 2001). En México es considerada la hortaliza de mayor importancia debido a la superficie sembrada, el volumen de producción y por representar una gran fuente de ingresos por concepto de exportaciones. Además de jugar un papel preponderante en el desarrollo económico y social de la agricultura al ser una importante fuente de empleos,

la cual requiere de 140 jornales por hectárea (Valdez, 1998). De acuerdo a las estadísticas la producción total mexicana de jitomate durante los últimos diez años (1991-2000) fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí y Michoacán (SIAP, 2001).

El desarrollo de este cultivo puede ser afectado por factores externos (temperatura, humedad, el buen suministro del agua, etc.) e internos (germinación, madures de la semilla, viabilidad de la semilla, etc.) y si estos no son suministrados debidamente a la planta viene a repercutir en la producción total del cultivo (Victoria, 2003).

En las especies hortícolas existen algunas que forzosamente se deben de sembrar de manera definitiva en el terreno donde crecerán hasta culminar su ciclo, mientras hay otras que son capaces de tolerar el transplante, tal es el caso del tomate. Se siembra en un terreno llamado almácigo o plantero donde permanecerá hasta alcanzar el tamaño deseado para el transplante. Este al ser una superficie muy reducida, permite al agricultor aumentar su eficiencia al disminuir los costos de producción. Sin embargo, el costo de la semilla solo representa el 3 % del costo total de producción, por lo que se requiere de la utilización de semillas certificadas para garantizar un porcentaje aceptable, ya que al fallar esta los demás insumos (fertilizantes, plaguicidas, fitorreguladores, riego, etc.) pierden su importancia (Santiago, 2003).

Además de lo anterior, el uso indiscriminado de agroquímicos en la producción de alimentos ha recibido en los últimos años serios cuestionamientos, en vista de que la acción de estos productos ha causado graves trastornos al medio ambiente y a la salud de los seres humanos, de ahí que se estén buscando nuevas formas de producir, considerándose como

tecnología alternativa productos orgánicos, como lo son los productos elaborados a base de aminoácidos.

OBJETIVO:

- Evaluar las cualidades de un producto experimental a base de aminoácidos como estimulante de la germinación en las semillas de tomate.

HIPOTESIS:

La aplicación del aminoácido experimental puede tener un efecto similar al del producto comercial (Maxiplant) estimulante de la germinación en las plántulas de tomate.

REVISIÓN DE LITERATURA

ORIGEN

Los tomates se producen en México en una gran variedad de condiciones climáticas y bajo muchos sistemas de cultivo diferentes. Sin embargo, el centro de origen del género *Lycopersicon* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, siendo esta el área donde se encuentra la mayor diversidad de especies de este género.

El antepasado más probable del tomate cultivado es el tomate pequeño silvestre (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). Crece espontáneamente en las regiones tropicales y subtropicales de América y se ha extendido a lo largo de los trópicos del viejo mundo. Pero fue en México donde se domesticó, quizá porque crecía como una maleza entre los huertos.

Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero ya había sido llevado a Europa por los conquistadores, que para ese entonces ya servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX.

Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos. La palabra tomate proviene de la voz náhuatl “tomatl”, en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año 1835 (Nuez y Esquinas, 1995).

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Planta: Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

Sistema radicular: Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

Tallo principal: Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

Hoja: Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

Flor: Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual

número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex.

Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas

Fruto: Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Temperatura: La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas

en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula.

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

Humedad: La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Luminosidad: Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

Suelos: La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

Ph: Los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

DEFINICIÓN DE SEMILLA:

La semilla es la unidad de reproducción sexual de las plantas, que consiste en embrión, su reserva alimentaria almacenada y sus cubiertas protectoras; y tiene la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen. El término semilla se usa también comúnmente para designar a los óvulos de frutos secos, indehiscentes, de una sola semilla (Hartmann, 1999).

Para que la semilla cumpla con su objetivo es necesario que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma y, finalmente convertirse en una planta adulta. Todo ello comprende una serie de procesos metabólicos y morfogenéticos cuyo resultado final es la germinación de las semillas.

PROCESO DE GERMINACION DE SEMILLAS

Azcón y Talón (1993), mencionan que para que se lleve a cabo el proceso de germinación es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

Hartmann y Dale (1999), indican que el proceso de germinación se divide en tres etapas consecutivas separadas pero complementarias, a saber:

Etapas de activación:

Imbibición del agua: que consiste en la absorción de agua por parte de la semilla en la cual el contenido de humedad al principio se incrementa con rapidez, luego se estabiliza con el fin de suavizar las cubiertas de las mismas e hidratar al protoplasma.

Síntesis de enzimas: la actividad de las enzimas empiezan muy rápidamente después del inicio de la germinación a partir de la hidratación de la semilla.

El proceso implica dos pasos básicos. Uno es la transcripción de instrucciones genéticas del ADN para formar moléculas de ARNm. el segundo es la traducción de esa información por medio de otro grupo de moléculas de ARNt para sintetizar proteínas que controlan las reacciones bioquímicas que intervienen en el metabolismo y el crecimiento.

Elongación de las células y emergencia de la radícula:

El primer signo visible de germinación es la emergencia de la radícula, en la cual resulta de la elongación de las células. En una semilla en estado de latencia, la emergencia de la radícula puede ocurrir en unas cuantas horas o en varios días después de la siembra.

Etapas de digestión y translocación:

En el endospermo, los cotiledones, el perispermo, o en el gametofito femenino se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

Etapas de crecimiento de las plántulas:

El desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementa el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento, la tasa de respiración aumenta constantemente con el progreso del crecimiento y finalmente, los tejidos de almacenamiento de la semilla dejan de intervenir en las actividades metabólicas.

A medida que avanza la germinación, se hacen visibles las estructuras de la plántula.

Hay dos tipos de germinación, según los cotiledones estén sobre o por debajo de la superficie del suelo:

- Epígea: el hipocórito se alarga y eleva los cotiledones arriba de la superficie del suelo.
- Hipógea: la elongación del hipocórito no eleva a los cotiledones sobre la superficie del suelo y solo emerge el epicótilo.

Factores que inhiben la germinación

García y Martínez (1994), señalan que hay dos factores que afectan a la germinación, a saber:

- Factores internos (intrínsecos): propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas
- Factores externos (extrínsecos): dependen del ambiente; agua, temperatura y gases.

Factores intrínsecos:

Madurez de las semillas: Una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo con la consecuente deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla.

Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas. Por lo que se requiere la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras.

La madurez fisiológica se alcanza al mismo tiempo que la morfológica, como en la mayoría de las especies cultivadas; o bien puede haber una diferencia de semanas, meses y hasta años entre ambas.

Viabilidad de las semillas. La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento, pero en general, la vida media de una semilla se sitúa entre 5 y 25 años. Las semillas pierden su viabilidad por causas muy diversas pero para alargar más tiempo la vida de una semilla se debe conservar en las siguientes condiciones:

- Mantenerla seca dentro de ciertos límites, a bajo de 2% - 5% de humedad se ve afectada el agua de la constitución de la semilla, siendo perjudicial para la misma.
- Temperaturas bajas.

Reducir al mínimo la presencia de oxígeno en el medio de conservación.

Factores externos.

Entre los factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación se destacan: humedad, temperatura y gases.

Humedad: La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico.

Temperatura: La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio.

Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables.

La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima aquella por encima de la cual se anula igualmente el proceso.

La temperatura óptima, intermedia entre ambas, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

Las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25 °C. Sin embargo, las semillas de las especies de las zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas, entre 5 °C y 15 °C y las especies alpinas, que pueden germinar a 0 °C.

Gases: La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21% de O₂ y un 0.03% de CO₂. Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O₂ por debajo del 20%. El efecto del CO₂ es el contrario del O₂, es decir, las semillas no pueden germinar si se aumenta la concentración de CO₂. Para que la germinación tenga éxito, el O₂ disuelto en el agua de imbibición debe poder llegar hasta el embrión. A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como compuestos fenólicos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc. pueden obstaculizar la germinación de la semilla por que reducen la difusión del O₂ desde el exterior hacia el embrión.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUSTRATOS

Algunas de las características principales y esenciales de los sustratos son:

- Características físicas: Porosidad, textura y granulometría.
- Características químicas: CIC, CE, relación C/N y pH.
- Características biológicas: son parte fundamental en el estudio de las propiedades de los sustratos hortícolas. Por que la población microbiana es la responsable de la degradación biológica de los sustratos orgánicos, lo que puede resultar desfavorable ya que los microorganismos consumen nutrimento (oxígeno y nitrógeno principalmente) en competencia con el cultivo y pueden liberar sustancias fitotóxicas y alterar las propiedades físicas (Abad, 1993).

La perlita

Solis (2000) citado por Santiago (2003), menciona que. es un compuesto binario, el cual esta constituido por ferrita y cementita que son obtenidos por procesos metalúrgicos. Existen dos tipos de perlitas en función de su estructura microscópica, que puede ser laminar o granular. Cuando la perlita granular se calienta a 1000°C, se expande obteniéndose unas formas esferoides muy ligeras, y cuya densidad aparente es del orden de 130 a 180 Kg/m³.

Este material expandido se utiliza en la agricultura principalmente hortícola solo o mezclado con otros sustratos, para cultivos fuera del suelo o en contenedores, se trata de un sustrato inerte de color blanco, cuya morfología es ligeramente esférica y su diámetro oscila entre 2 y 6 milímetros. Químicamente es inerte, a pH 7 a 7.5, pero a pH ácido puede liberar aluminio, que es uno de sus componentes, baja CIC, y alta capacidad de retención de humedad. A menudo se utiliza en mezclas con turba con la finalidad de aumentar el drenaje y la aireación de la turba.

Ventajas de la perlita

Según termolita S.A de C.V (2003), describen las siguientes:

- Es acondicionadora de suelos
- Es estéril, inorgánico, inerte y ligero
- Proporciona aireación
- Retiene la humedad
- Se usa en semihidroponia y enraizamiento

El peatmoss

En estos tiempos en que la calidad de las tierras dejan mucho que desear debido a la contaminación y a la presencia de plagas del suelo, es bueno sustituirlas o mejorarlas con sustratos orgánicos que elevan su calidad. Este es el caso de Peatmoss, turba canadiense producida por varias especies de musgos del género *Sphagnum*, fuente de materia orgánica que posee una estructura física fibrosa y liviana, con múltiples usos y aplicaciones.

Otra de las cualidades de Peatmoss, es que no contiene nemátodos, debido al estricto control sanitario aplicado en su proceso de elaboración. Esto permite un alto porcentaje de germinación de la semilla al momento de establecer plantaciones.

En suelos arcillosos pesados, la turba de *Sphagnum* afloja y airea el suelo, dándole una textura de tierra negra. La acción de la turba permite trabajar con mayor facilidad el suelo durante los meses lluviosos y reduce la compactación durante el tiempo seco.

En suelos arenosos pobres, aumenta la retención de agua, reconstruye la estructura del suelo y estimula la presencia de microorganismos que ayudan de manera natural a mejorar el suelo. Como todos los sustratos a base de turba, Peatmoss contiene agregados minerales como la perlita, vermiculita, cal, nutrientes y humectantes y es un 99 % de origen natural. México es

el principal consumidor de turba en América Latina, ya que es un país exportador de flores y hortalizas. Lo que lo hace un mercado con mucha experiencia y muy exigente.

Características de peatmoss

- Rica en materia orgánica (100 % natural).
- Exenta de insectos y sin olores desagradables.
- Gran capacidad de retención de agua.
- Retiene los elementos nutritivos cerca de las raíces.
- Acondiciona y mejora los suelos.

Ventajas de peatmos

- Enriquece todo tipo de suelos.
- De utilización agradable.
- Permite reducir la frecuencia de los riegos.
- Asegura a las plantas un crecimiento optimo.
- Desarrolla al máximo el sistema radicular.

Los Aminoácidos

Victoria (2003) indica que un aminoácido es una molécula que contiene un grupo carboxilo (-COOH) y un grupo amino (NH₂-) libres. Pueden expresarse en general por NH₂-CHR-COOH, siendo R un radical característico para cada ácido. Químicamente son muy variados.

El mismo autor dice que los hay aquellos que forman parte de las proteínas (proteicos), mientras otros nunca se encuentran en ellas. Todos los aminoácidos que componen proteínas presentan un carbono asimétrico denominado alfa.

De los 20 aminoácidos diferentes que existen todos tienen una parte en común en su molécula que consiste en un grupo amino (NH_3) y un grupo ácido, (COOH). Las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos, nuestro cuerpo solo sintetiza 16 aminoácidos, éstos, que el cuerpo sintetiza reciclando las células muertas a partir del conducto intestinal y catalizando las proteínas dentro del propio cuerpo.

Cuando los aminoácidos se agrupan forman cadenas denominadas péptidos, a su vez los péptidos al unirse entre sí forman las proteínas, de acuerdo a la información contenida en el ADN de sus cromosomas.

Tipos de aminoácidos

Los aminoácidos se distinguen unos de otros por la cadena lateral R. Aunque existen muchos más, solo hay 20 aminoácidos codificables para la síntesis de proteínas. Se diferencian de acuerdo a las características químicas de su cadena lateral (carga), estructurales, de tamaño, etc.

1. L – Alanina: función: interviene en el metabolismo de la glucosa. La glucosa es un carbohidrato simple en el organismo y que lo utiliza como fuente de energía.
2. L – Arginina: función: está implicada en la conservación del equilibrio de nitrógeno y de dióxido de carbono. También tiene una gran importancia en la producción de la hormona del crecimiento, directamente involucrada en el crecimiento de los tejidos y músculos y en el mantenimiento y reparación del sistema inmunológico.
3. L – Asparagina: función: interviene específicamente en los procesos metabólicos del sistema nervioso central.

4. Acido L – Aspártico: función: es muy importante para la desintoxicación del hígado y su correcto funcionamiento. El ácido L – Aspártico se combina con otros aminoácidos formando moléculas capaces de absorber toxinas del torrente sanguíneo.
5. L – Citrulina: función: interviene específicamente en la aplicación del amoníaco.
6. L – Cistina: función: también interviene en la desintoxicación, en combinación con los aminoácidos anteriores. La L – Cistina es muy importante en la síntesis de la insulina y también en las reacciones de ciertas moléculas a la insulina.
7. L – Cisteina: función: junto con la L – Cistina, L – Cisteina está implicada en la desintoxicación, principalmente como antagonista de los radicales libres.
8. L – Glutamina. Función: nutriente cerebral e interviene específicamente en la utilización de la glucosa por el cerebro.
9. Acido L – Glutámico: función: tiene gran importancia en el funcionamiento del sistema nervioso central y actúa como estimulante del sistema inmunológico.
10. L – Glicina: función: en combinación con otros aminoácidos, es un componente de numerosos tejidos del organismo.
11. L – Histidna: función en combinación con la hormona de crecimiento (HGH) y algunos aminoácidos asociados, contribuyen al crecimiento y reparación de los tejidos con un papel específicamente relacionado con el sistema cardio – vascular.
12. L – Serina. Función: junto con algunos aminoácidos mencionados, interviene en la desintoxicación del organismo, crecimiento muscular, y metabolismo de grasas y ácidos grasos.
13. L – Taurina: función: estimula la hormona de crecimiento (HGH) en asociación con otros aminoácidos, está implicada en la regulación de la presión sanguínea, fortalece el músculo cardíaco y vigoriza el sistema nervioso.

14. L – Tirosina: función: es un neurotransmisor directo y puede ser muy eficaz en el tratamiento de la depresión, en combinación de otros aminoácidos necesarios.
15. L – Ornitina: función: es específico para la hormona del crecimiento (HGH) en asociación con otros aminoácidos ya mencionados. Al combinarse con la L – Argina y con carnitina (que se sintetiza en el organismo), la L – Ornitina tiene una importante función en el metabolismo del exceso de grasa corporal.
16. L – Prolina. Función: está involucrada también en la producción de colágeno y tiene gran importancia en la reparación y mantenimiento del músculo y huesos.
17. L – Isoleucina: función: junto con la L – Leucina y la hormona de crecimiento interviene en la formación y reparación del tejido muscular.
18. L – Leucina: función: junto con la L – Isoleucina y la hormona de crecimiento (HGH) interviene en la formación y reparación del tejido muscular.
19. L – Lisina: función: es uno de los más importantes aminoácidos porque, en asociación con varios aminoácidos más, interviene en diversas funciones, incluyendo el crecimiento, reparación de tejidos, anticuerpos del sistema inmunológico y síntesis de hormonas.
20. L – Metionina: función: colabora en la síntesis de proteínas y constituye el principal limitante en las proteínas de la dieta. El aminoácido limitante determina el porcentaje de alimento que va a utilizarse a nivel celular.
21. L – Fenilalanina: función: interviene en la producción de colágeno, fundamentalmente en la estructura de la piel y el tejido conectivo, y también en la formación de diversas neurohormonas.
22. L – Triptófano: función: está implicado en el crecimiento y en la producción hormonal, especialmente en la función de las glándulas de secreción adrenal. También interviene en la síntesis de la serotonina, neurohormona involucrada en la relajación y el sueño.

23. L – Treonina: función: junto con la L – Metionina y el ácido L - Aspártico ayuda al hígado en sus funciones generales de desintoxicación.
24. L – Valina: función: estimula el crecimiento y reparación de los tejidos, el mantenimiento de diversos sistemas y balance de nitrógeno.

FUNCION DE LOS AMINOACIDOS

Rakoff (1990), citado por Facio (2003), señala que las plantas pueden sintetizar proteínas a partir del dióxido de carbono, agua y compuestos inorgánicos nitrogenados.

De la misma manera, Mudd (1969), citado por Facio (2003), indica que todas las partes de las plantas contienen proteínas. Las cuales pueden ser estructurales o catalíticas, o en algunos casos son solubles por la membrana. El plasma de la membrana es cincuenta por ciento lípidos y otro cincuenta por ciento proteínas. Las proteínas de la membrana son responsables de varias actividades catalíticas, incluyendo el movimiento del sodio, potasio y calcio. Además las proteínas del plasma de la membrana son probables responsables de la recepción de estimulantes químicos naturales e innaturales.

Victoria (2003), señala que las células de las plantas deben disponer permanentemente de una cantidad constante de aminoácidos, principalmente prolina, glicina, cisteína y ácido glutámico, ya que la carencia de éstos provoca la reducción de la fotosíntesis, aumento de la respiración, disminución de la síntesis de proteínas, retraso en el crecimiento, retraso de la maduración, disminución del contenido de azúcar, aumento de la clorosis, malos prendimientos de la planta tras el transplante, caída de frutos y disminución del calibre de los frutos.

El estrés tanto en altas como en bajas temperaturas, baja humedad, ataques por plagas, granizo, neblina e inundaciones tienen un efecto negativo en el metabolismo de la planta con una reducción en cantidad y calidad del cultivo. Las aplicaciones de aminoácidos, antes, durante y después de las condiciones de estrés dan a la planta una mayor concentración de los mismos y consecuentemente una mejor recuperación del efecto negativo en la planta (Priyachem, 2003).

Los aminoácidos de absorción radicular son: aspártico, arginina, metionina, triptófano y valina; los de absorción foliar: la prolina que es la que regula la presión osmótica y la glicina, que es precursor de sustancias constituyentes de la clorofila, por lo que desempeña un papel muy importante en la fotosíntesis.

Alarcon (2000), indica que las acciones de los aminoácidos son: acortan el ciclo normal de las síntesis de proteínas y lo independizan de los factores ambientales cuando son desfavorables, adelantan la maduración, mejoran la absorción de microelementos por la planta debido a su acción complejante, fortalecen los cultivos en condiciones adversas, proporcionan una maduración uniforme y dan como resultado una mejor translocación de fertilizantes y productos fitosanitarios cuando se mezclan con ellos, ya que aceleran su absorción por las hojas.

La aplicación de los aminoácidos es determinada por una serie de condiciones que originan una situación difícil para la planta.

1. Condiciones de estrés extremas:

- Cambios bruscos de temperatura
- Heladas
- Acción del viento

- Deficiencias de macro y micronutrientes
- Toxicidad por metales pesados
- Sequía
- Salinidad o excesiva acidez del suelo

2.- Condiciones de estrés internas, propias de la planta:

- Transplante
- Floración
- Cuajado
- Maduración

Aminoácidos como quelatantes

Las causas de la clorosis férrica aparecen normalmente en cultivos sensibles situados en suelos de pH elevado y con alto contenido de caliza activa, en los que el hierro, a pesar de encontrarse en cantidades elevadas, está en forma insoluble que no puede ser utilizada por la planta. Las carencias de hierro también pueden ser un problema en los cultivos hidropónicos donde, según el sustrato utilizado, la planta sólo recibe el hierro con aportaciones externas.

Los aminoácidos forman también quelatos con el hierro y aunque estos no son tan estables como los quelatos sintéticos, tienen un efecto a nivel radicular al promover el desarrollo de los pelos absorbentes y aumentar la permeabilidad de las membranas, mostrando un efecto sinérgico en las aplicaciones conjuntas con hierro. Además, mantiene su actividad dentro de la planta, permitiendo una mayor movilidad del mismo hacia las hojas.

La acumulación de sustancias de tipo ácido como los aminoácidos es una respuesta que se da en algunas plantas para reducir el pH celular y mantener mayor cantidad de hierro

soluble (Bioibérica, 1999). Las funciones del calcio dentro de la planta son principalmente como componente estructural de las paredes y membranas celulares y como cofactor de algunas enzimas. En las paredes se encuentra en forma de pectato cálcico localizado en la lámina media y contribuye a dar consistencia a las mismas. Dentro de sus funciones con las enzimas, la más destacable es la formación de complejos con la proteína calmodulina que regula la activación de diversas enzimas. También influye en la regulación osmótica dentro del citoplasma celular, encontrándose dentro de la vacuola en forma de oxalatos y fosfatos.

La aplicación de Amino Quelatant-Ca, producto que contiene aminoácidos de hidrólisis enzimática y calcio presenta una doble acción para resolver las deficiencias de calcio. Por un lado presenta calcio activo y móvil que será fácilmente traslocado a los puntos de mayor necesidad, y por otro, la presencia de los aminoácidos, además de realizar una acción estimulante para la planta, va a contribuir a la movilidad del calcio por su capacidad complejante y va a aumentar la transpiración de la planta al mantener una mayor apertura estomática (Anónimo, 1999).

El potasio y los L - α - aminoácidos poseen un gran número de funciones comunes por lo que su aplicación conjunta presenta un mayor efecto que la de cada elemento por separado. La acumulación de K y L - α -aminoácidos en el citoplasma de las células guarda induce la apertura del estoma al aumentar la presión osmótica y la entrada de agua. El cierre del estoma viene provocado por una salida del K de las células con la correspondiente pérdida de turgencia de las células guarda.

Aminoácidos frente a metales pesados

Facio (2003), menciona que el efecto de metales pesados es tóxico para la planta especialmente en su interacción con otros iones. Las adaptaciones de las plantas al estrés por metales pesados se basan en mecanismos que reducen la entrada de metales en la planta, o una vez absorbidos permiten su almacenamiento en lugares no perjudiciales para la célula.

La absorción de metales por la raíz puede disminuir por unión o compuestos localizados en las paredes de las células o por restricción de su transporte a través de la membrana plasmática. Una vez que los metales han entrado a la célula, pueden ser eliminados del citoplasma por unión de diferentes sustancias, ya sea de tipo ácido, o bien sustancias específicas en aminoácidos, mayoritariamente Glicina, Alanina, Glutámico y Cisteína. Estas últimas sustancias, denominadas fitoquelatinas, se unen a los metales mediante la formación de enlaces con los restos de cisteína de su molécula. Posterior los metales unidos a estos compuestos son almacenados en la vacuola, donde no son perjudiciales para la célula.

Efecto de aminoácidos bajo condiciones de frío

Facio (2003), menciona la realización de un estudio utilizando lechuga en la cual las desarrollaron durante 17 días en condiciones adecuadas y posteriormente se separaron en cuatro grupos que se sometieron a diferentes condiciones de frío durante ocho días. Se les aplicaron aminoácidos tres días antes, el mismo día y 7 días después de la aplicación del frío a una dosis de 3ml/L. Las plantas fueron evaluados mediante parámetros de carácter fisiológico y productivo, se realizaron medidas periódicas de transpiración y conductancia estomática; al terminar el ensayo se realizó una medición de pesos frescos y secos de parte aérea y radicular de la planta, de este estudio se concluyó que: la producción incrementó con la aplicación de aminoácidos, incremento la tolerancia a bajas temperaturas respecto al control sin

aminoácidos, mayor eficacia del producto en los tratamientos más perjudicados por el frío, respuesta del producto a corto plazo, favorecido por la rápida traslocación del producto desde el punto de aplicación hacia la raíz y mayor apertura estomática.

Aminoácidos libres en el suelo fijados por otras plantas

Hertenberg (2002), citado por Facio (2003), señala que cantidades substanciales de compuestos orgánicos de bajo peso molecular (LMWs) como azúcares y aminoácidos son transferidas de las raíces de las plantas y fijadas en el suelo. Después estas sustancias pueden ser metabolizadas por microorganismos del suelo en distintos compuestos, o parcialmente reabsorbidas por las plantas ya sean las mismas u otras. Se hizo un estudio para clarificar la influencia de cinco plantas silvestres en la composición y cantidades de LMWs extraído en tres suelos diferentes. Cuatro de las cinco especies causaron cambios significantes en el suelo. La relativa abundancia de aminoácidos libres en las raíces no fue correlativo con la abundancia de aminoácidos en el suelo después de seis semanas de crecimiento de las plantas. La abundancia de aminoácidos del suelo, la cual se incrementó después de que la planta creció, fue muy dependiente según la especie y el tipo de suelo.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

Este trabajo se realizó en el invernadero de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista municipio de Saltillo, Coahuila; a 25° 23 latitud norte y 101° 00 longitud oeste; a una altura de 1743 msnm y una temperatura promedio anual de 19.8 °c, la humedad relativa máxima es del 80% en los meses lluviosos y la más baja de 30% en promedio en los meses secos, siendo el valor promedio de 60% al año.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Clima: El tipo de clima es BsoKW(e), que significa seco, con verano cálido y lluvia en verano, con temperaturas extremosas.

Suelo: La textura de los suelos varia de migajon arenosos a migajon arcilloso, localizados sobre un substrato calcáreo, duro y continuo denominado petrocalcico.

Viento: Los vientos predominantes son del sureste, en casi todo el año, a excepción del invierno donde los que predominan son del noreste, y se presentan con mayor intensidad en los meses de febrero y marzo.

Vegetación: clasificado como matorral desértico rosetófilo, pastizal inducido natural, matorral chaparral, bosque de pino, de encino y bosque cultivado de pino.

Características del invernadero

El tipo de invernadero es baticenital, esto significa que tiene ventilación pasiva (cortinas móviles); con ventilación lateral en todos sus lados y cenital en cada nave. El área que dicho invernadero ocupa es de 1200 m², el plástico con el que esta construido es de tipo térmico calibre 200.

Material utilizados

Los materiales que se utilizaron fueron: Camas flotantes como contenedores para las charolas, 5 Charolas de poliestireno “unicel” de 200 cavidades, Perlita (50%) y Peatmos (50%) que se utilizo como substrato para germinación y dar anclaje a las plántulas de tomate, Semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad florarade. Atomizador de 600 mililitros para la aplicación de los tratamientos, tijeras para separa la parte de la raíz con el vástago, Pipeta de 10 mililitros y Probeta de 500 mililitros para medir las cantidades de tratamientos a aplicar, así mismo se utilizó una Balanza analítica para evaluación de peso fresco y Seco de las muestras, Estufa para secar las muestras, espátula que nos sirvió para sacar las plántulas de la charola sin dañar el sistema radical, Bolsas y Sobres de papel para envolver las muestras y colocarlas a la estufa.

Soluciones nutritivas

Agua

Aminoácidos Prototipo A (Comercial)

Aminoácidos Prototipo B (Experimental)

Establecimiento del experimento

Este trabajo se realizó en el periodo de primavera – verano del 2005 en el interior del invernadero de Horticultura descrito anteriormente. La especie utilizada fue Tomate

(*Licopersicon esculentum* var. *Florarade*) la cual se colocó la semilla en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades.

Se plantearon 5 tratamientos con 15 repeticiones para un total de 75 unidades experimentales con diferentes soluciones. Una unidad experimental consta de una cavidad de la charola germinadora.

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
1	TESTIGO (0.2gr. DE 17/17/17/ 1 AGUA)
2	2 CC DE PROTOTIPO A/1 AGUA + 0.2 gr. DE 17/17/17/
3	4 CC DE PROTOTIPO A/1 AGUA + 0.2 gr. DE 17/17/17/
4	2 CC DE PROTOTIPO B/1 AGUA + 0.2 gr. DE 17/17/17/
5	4 CC DE PROTOTIPO B/1 AGUA + 0.2 gr. DE 17/17/17/

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un diseño experimental completamente al azar, puesto que el criterio para utilizar este es que las condiciones del experimento sean homogéneas, con 5 tratamientos y 15 repeticiones por tratamiento, se hicieron 2 evaluaciones, lo cual nos arrojó un total de 75 unidades experimentales. Todo el análisis estadístico se efectuó mediante el programa estadístico de la facultad de agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). La prueba de medias se hizo con DMS con igual número de repeticiones por tratamiento al nivel de significancia de 0.01.

MODELO ESTADISTICO UTILIZADO

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar con 5 tratamientos y quince repeticiones. Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) al nivel de significancia de 0.01.

Modelo Estadístico de DCA:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \Sigma_{ij}$$

Donde :

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Y_{ij} = Variable aleatoria observable del i-ésimo tratamiento y de la j-ésima repetición.

μ = Media general

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

Σ_{ij} = Error experimental

CRONOLOGÍA EXPERIMENTAL

Lavado de charolas

Esta actividad fue muy importante para guiar el aspecto fitosanitario del experimento, ya que se desinfectaron muy estrictamente con detergente y cloro (Cloralex a 6% de cloro libre), este ultimo a dosis de 5 cc/L de agua. Así con la ayuda de un cepillo dental se limpiaron cada una de las cavidades para eliminar cualquier patógeno presente, aunado a esto se dejaron sumergidas por espacio de un día, para así dejarlas listas para realizar la siembra.

Preparación de camas flotantes

La preparación de las camas flotantes se realizó a principios del mes de julio del 2005, limpiándose previamente el lote experimental a utilizar como se había mencionado, para la construcción de las camas flotantes se utilizó madera y plástico negro de polietileno bastante resistente para colocar las charolas llenas de sustratos.

Las charolas se ubicaron en la parte sur del invernadero, las dimensiones de cada una de las camas flotantes fue de 3 x 1 metros, y en su interior fue de 55 centímetros de espaciamiento por charola contando con un separador a cada esta medida, estos eran reglas de 5 centímetros de ancho, 95 centímetros de largo y 20 centímetros de altura. Siendo de las mismas características las tres camas. Finalmente se colocaron a lo largo separadas a 50 centímetros una de otra.

Siembra del cultivo

La siembra se realizó con el sustrato en húmedo el día 18 de julio del 2005, donde se colocaron dos semillas por cavidad, utilizándose como sustrato la perlita (50%) y peat moss (50%) y charolas de 200 cavidades del material poliestireno. La profundidad en la que las semillas fueron colocadas fue de 1 centímetro; la semilla utilizada fue de la variedad florarade; al terminar la siembra se procedió inmediatamente a colocar las charolas a las camas flotantes, las cuales contenían 10 litros de pura agua por espaciamiento para cada charola.

Fertilización y solución nutritiva

Para la fertilización se utilizó el fertilizante Triple 17 plus con la finalidad de que este no influyera en nuestros resultados, ya que contiene un equilibrio en los elementos N, P, K. Para esta ocasión se aplicaron 0.2 gramos de fertilizante por litro de agua.

Las aplicaciones de las soluciones fertilizantes fueron cuatro, realizándose la 1ª. Aplicación el día 3 de agosto, la 2ª. El 9 de agosto, la 3ª. Aplicación se realizó el 17 de agosto y la 4ª se realizó el 22 de agosto.

Se aplicó la solución:

AMINOÁCIDOS

Prototipo A (Producto Comercial MAXIPLANT)

Prototipo B (Producto Experimental)

Control fitosanitarios: Se realizaron las aplicaciones necesarias de fungicidas.

Criterios de Muestreos y Evaluación

Para el muestreo de cada uno de los tratamientos, se realizó de la siguiente manera, como cada charola era un tratamiento diferente se tomaron 15 plantas al azar por charola en cada evaluación, se sacaron cuidadosamente procurando no dañar su sistema radical con la ayuda de una espátula, el total de plántulas sacadas en la evaluación fue de 75 plantas; posteriormente estas se llevaron al laboratorio para tomar las variables de interés (peso fresco y peso seco).

Se realizaron 2 evaluaciones la de peso fresco y peso seco de raíz y vástago. La 1ª. Evaluación se hizo el día 30 de agosto, la 2ª. Evaluación se hizo el 6 de septiembre.

VARIABLES EVALUADAS

Peso fresco

Para la determinación de los pesos frescos tanto de la raíz como del vástago de cada una de las plantas de cada tratamiento y para cada evaluación se procedió a hacer lo siguiente: cada una de las plántulas fueron separadas la parte de la raíz con el vástago, cortándola con una tijera. La raíz fue previamente lavada para eliminar las partículas de sustrato adherido y no alterar el peso de las mismas. Las muestras fueron pesadas en la balanza analítica “A y D” modelo “HR-120” con capacidad máxima de 120 gramos y mínima de 0.0001 gramos. Estas labores se realizaron inmediatamente el mismo día de las evaluaciones (30 de agosto).

Peso Seco

Para la determinación del peso seco de cada una de las muestras utilizadas en el peso fresco, estas fueron secadas a 60°C durante 4 días, hasta alcanzar un peso constante dentro de la estufa “Lindberg/ Blue M” modelo “Gravity Oven”, con capacidad máxima de 260°C y mínima de 40°C. Todas las muestras fueron envueltas con pequeños sobres de papel bond bien identificados y posteriormente se colocaron en bolsas de papel estraza de tamaño mediano de la misma manera identificado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PESO FRESCO DE RAÍZ:

De acuerdo con lo que menciona Facio (2003), la planta puede sintetizar proteínas a partir de dióxido de carbono, agua y compuestos inorgánicos nitrogenados y que algunas pueden ser estructurales o catalíticas. Así mismo, las células de las plantas deben de disponer permanentemente de aminoácidos con el fin de acortar el ciclo normal de la síntesis de proteínas (Victoria, 2003). Por lo que la presencia de aminoácidos durante el proceso de germinación es de suma importancia, máxime si la semilla no se encuentra en las condiciones adecuadas de humedad, temperatura, gases, etc.

Al analizarse los datos obtenidos para la variable peso fresco de raíz, estadísticamente en el análisis de varianza se observaron diferencias altamente significativas con un coeficiente de variación de 20.77 % lo que indica que los tratamientos evaluados fueron diferentes (apéndice 1). Como se muestra en la prueba de rango múltiple DMS con un nivel de significancia de $\alpha = 0.01$, además se observó que el tratamiento 2 (maxiplant) y el tratamiento 4 (producto experimental) son estadísticamente iguales con una media de 1.3515 y 1.3340 respectivamente superando al testigo con una media de 0.9931 (cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso fresco de raíz

TRATAMIENTO	MEDIA
2	1.3515 A
4	1.3340 A
3	1.1926 AB
5	1.0454 B
1	0.9931 B

Cabe señalar que los aminoácidos, entre una de sus funciones es la de actuar como quelatos y tiene un efecto a nivel radicular al promover el desarrollo de pelos absorbentes y aumentar la permeabilidad de las membranas de las semillas, como se observó al aplicar el producto experimental a las semillas de tomate y posteriormente a las plántulas promoviendo así el desarrollo del sistema radicular e igualando con respecto a esta variable al producto maxiplant. Esto debido a que existió una mejor translocación de los elementos nutrimentales con la aplicación de los aminoácidos a una dosis de 2 cm³ por litro de agua, mientras que el tratamiento T₃ se mantuvo en medio de los tratamientos T₂, T₄ que superaron al testigo y el tratamiento T₅ que se comportó estadísticamente igual al testigo como se puede ver en la figura 4.1.

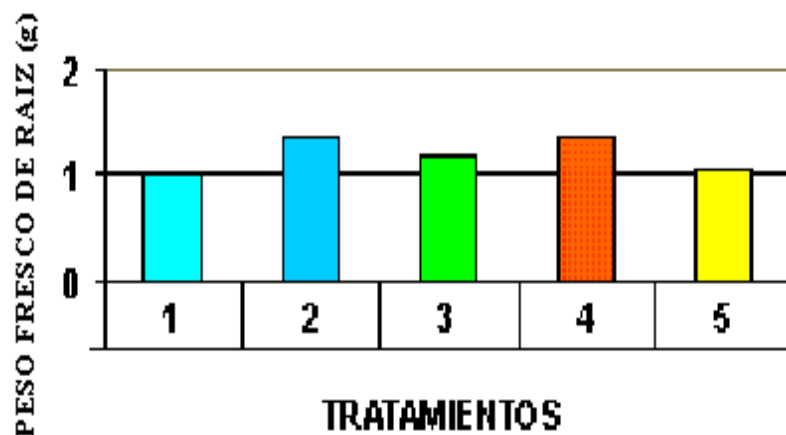


Figura 4.1 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco de raíz.

PESO FRESCO DE VÁSTAGO:

La aplicación de los aminoácidos mejora la absorción de microelementos y dan una mejor translocación de los fertilizantes a la parte aérea de la planta dando como resultado un mayor desarrollo de tallo y hojas. Al realizar la medición y análisis de los datos del peso seco de vástago se obtuvo que estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (apéndice 2) como se observa en el análisis de varianza que se realizó para la variable de peso fresco de vástago y un coeficiente de variación de 21.23 % (Apéndice 2). Como lo muestra la prueba de rango múltiple DMS con un nivel de significancia de $\alpha = 0.01$, además se observó que el tratamiento 2 (maxiplant) y el tratamiento 4 (producto experimental) son estadísticamente iguales con una media de 1.8867 y 1.7405 respectivamente a una dosis de 2 cm³ por litro de agua. Así mismo se observó, particularmente, que el tratamiento 3 con una solución de 4 cm³ por litro de agua del producto conformado por maxiplan y el tratamiento 4 conformado por el producto experimental con una solución de 2 cm³ por litro de agua son estadísticamente iguales (cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso fresco de vástago

TRATAMIENTO		
2	1.8867	A
4	1.7405	AB
3	1.4349	BC
5	1.3935	C
1	1.1883	C

En este caso la aplicación del producto experimental en la variable de peso fresco de vástago de acuerdo a los resultados obtenidos como se puede observar en la figura 4.2, en la que el tratamientos T₃, T₅ y el T₁ son estadísticamente iguales con una solución de 4 cm³ por litro de agua del producto experimental. Por lo que podemos considerar al tratamiento T₄ como estadísticamente igual a los tratamientos T₃, T₅ y T₁ (cuadro 4.2) y que los mejores tratamientos son T₂ y T₄ conformados por maxiplant y el producto experimental respectivamente..

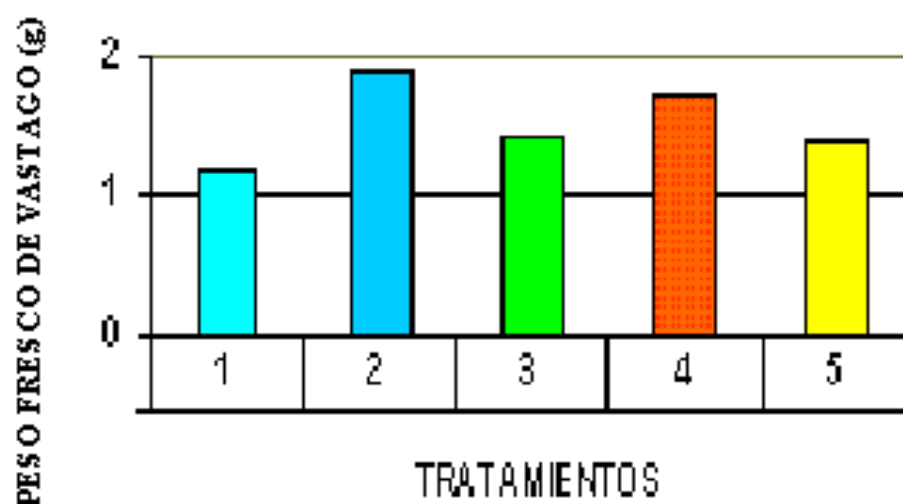


Figura 4.2 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco de vástago.

PESO SECO DE RAIZ:

De acuerdo al estudio realizado en lechuga mencionado por Facio (2003), a la que le aplicaron aminoácidos antes, durante y después de que se sometieron a diferentes condiciones de frío durante ocho días y en la que se concluyó que la producción se incremento en la parte

aérea y radicular de la planta. Por lo que en este estudio se comprueba que la aplicación de aminoácidos no solo influye durante el crecimiento de la planta sino que desde la germinación de la misma, puesto que al realizar la medición del parámetro productivo peso seco de raíz y analizar los datos, se obtuvo que estadísticamente existen diferencias mínimas significativas entre tratamientos en el análisis de varianza que se realizó para esta variable (apéndice 3) con un coeficiente de variación de 20.87 % como lo muestra la prueba de rango múltiple DMS con un nivel de significancia de $\alpha = 0.01$ (cuadro 4.3) además se observó que el tratamiento T_2 con una media de 0.1141 y el tratamiento T_4 con una media de 0.0954 conformado por el producto maxiplant y el producto experimental respectivamente son estadísticamente iguales a una solución de 2 cm³ por litro de agua. También se observó que el tratamiento T_4 (producto experimental) y el tratamiento T_3 (maxiplant) son estadísticamente iguales a una solución de 2 cm³ y 4 cm³ por litro de agua respectivamente. Es importante señalar que el tratamiento T_3 y el tratamiento T_5 son estadísticamente iguales (cuadro 4.3) por lo que los mejores tratamientos son T_2 y T_4 conformado por maxiplant y el producto experimental a una solución de 2 cm³ por litro de agua al tener estos un mayor incremento en el peso radicular de la planta.

Cuadro 4.3 Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso seco de raíz

TRATAMIENTO	MEDIA
2	0.1141 A
4	0.0954 AB
3	0.0879 BC
1	0.0729 C
5	0.0714 C

En la figura 4.3 se puede observar que el tratamientos 3 con una media de 0.0879 y el tratamiento 5 con una media de 0.0714 son estadísticamente iguales al testigo con una media de 0.0729 respectivamente.

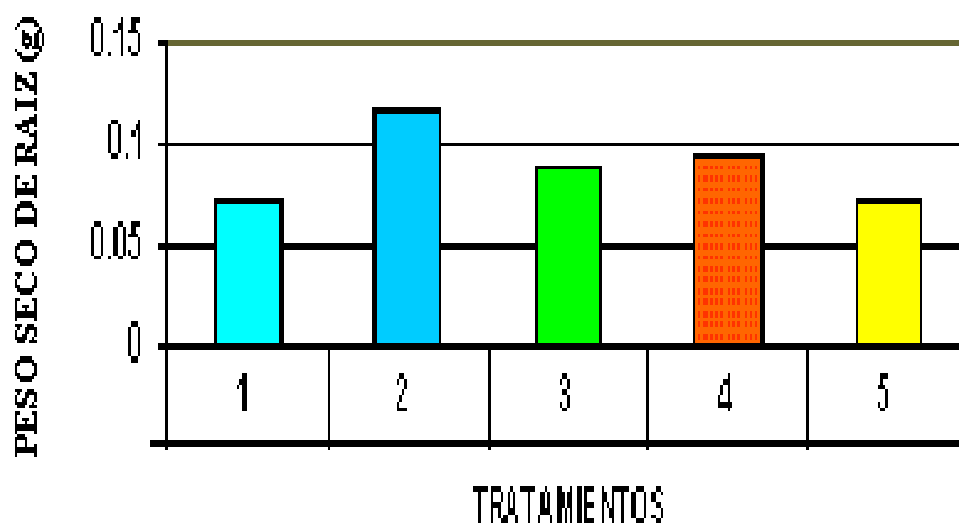


Figura 4.3 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco de raíz.

PESO SECO DE VÁSTAGO:

En esta variable la aplicación de aminoácidos influyó de manera positiva en el peso seco de vástago en los tratamientos T₂ y T₄ conformado por el producto maxiplant y el producto experimental con una solución de 2 cm³ por litro de agua respectivamente como lo demuestra el análisis de varianza (apéndice 4) con un coeficiente de variación de 20.09 realizado para esta variable en la que se observó que existen diferencias altamente

significativas por lo que se realizo la prueba de rango múltiple Dms con un nivel de significancia de $\alpha = 0.01$ (Cuadro 4.4). pese a que en el análisis de varianza señala que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos estadísticamente los tratamientos T_2 y T_4 son iguales conformados por el producto maxiplant y el producto experimental con una solución de 2 cm^3 por litro de agua al registra un mayor incremento en el peso seco de vástago, mientras que los tratamientos T_3 y T_5 conformados por el producto comercial y el producto experimental respectivamente a una solución de 4 cm^3 por litro de agua son estadísticamente iguales al testigo (T_1) puesto que a esta dosis el incremento en el peso seco de vástago no son representativos con respecto al testigo (fig. 4.4.) por lo que los mejores tratamientos son T_2 y T_4 conformados por maxiplant y el producto experimental respectivamente estadísticamente iguales.

Cuadro 4.4 Comparación de medias DMS obtenida para la variable peso seco de vástago

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	0.3129	A
4	0.2718	A
3	0.2020	B
5	0.1987	B
1	0.1941	B

En la figura 4.4 se puede ver claramente con respecto a la variable peso seco de vástago como el tratamiento 4 y el tratamiento 2 son estadísticamente iguales seguidos por los tratamientos T_3 y T_5 estadísticamente iguales al testigo(T_1).

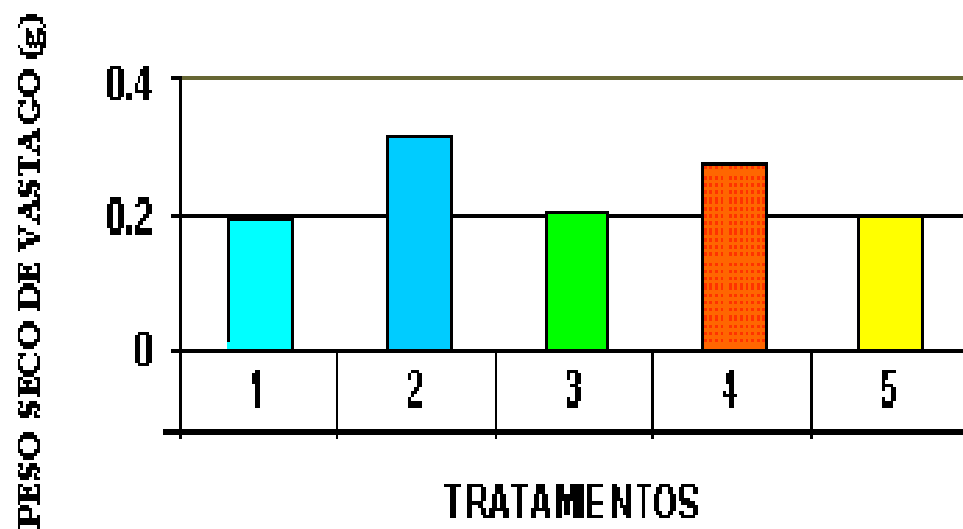


Figura 4.4 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco de vástago.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos obtenidos y analizados y con forme al objetivo del presente estudio se concluye que la aplicación del aminoácido experimental en la germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* var florarade) influye de manera positiva, incrementando el desarrollo del sistema radicular y la parte aérea de las plántulas e igualo al producto comercial maxiplant con una solución de 2 cm³ por litro de agua.

LITERATURA CITADA

Abad, B.M. 1993. Substratos, características y propiedades. Curso superior especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA, Almería, España. Pp. 47-61.

Alarcón AL. 2000. Fertirrigación del pimiento dulce en invernadero. Compendios de horticultura 9. Cap. 5 pp. 45 – 49.

Azcón-Bieto, J. y Talón, M. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana/McGraw-Hill. pp. 62- 67.

F. Nuez y J. Esquinas – Alcázar. 1995. El cultivo del tomate. Ed. Mundi – Prensa. España. pp. 14 – 17, 29, 32, 35, 760 – 765.

Hartmann H. T. y Dale E. K. 1999. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Ed. Continental. pp. 137 – 169.

Mario, E. F. 2003. Efecto de Aminoácidos y Ácido salicílico en Plántulas de Chile y Tomate Bajo Estrés Hídrico. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Malthus T. R. 1986. Ensayo sobre el principio de la población. Ed. F.C.E. pp. 7-12

Martínez, T.R.1998. Insumo de calidad, plántulas de calidad. Revista hortalizas, flores y frutas. Publicación periódica. Abril de 1998. P.p 21 – 23.

Pérez, G. F. y Martínez-Laborde, JB. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Ed. Mundi-Prensa. pp. 256-293.

Santiago D. A.(2003). Extractos orgánicos como fitorreguladores en la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Santos Gallardo O.A.(1998). Compendio de las investigaciones en el cultivo de tomate(*Lycopersicon esculentum*) en la UAAAN. Monografía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp.4-5

Valdez Ma. D. L. y Valdez J. A. 1998. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. México. pp

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Pryachem (2003). Effect of Aminoacids on plants.
<http://priachem.com/effect.htm>. (Septiembre - 2005)

Bioibérica.2003.Aminoácidos.
<http://www.bioiberica.com/fisiologíavegetal/publicaciones.hm>(Octubre-2005).

Anónimo.1999. Deficiencias de calcio, causas y su tratamiento con AminoQuelant-Ca.
<http://www.bioiberica.com/fisiologíavegetal/publicaciones.htm>(Octubre – 2005)

Infoagro (2004). El cultivo del tomate.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm> (Sep. – 2005)

Pérez J. C. M. (2005). **El mercado global de tomate y la existencia de competencia intercontinental: Factibilidad del aumento de las exportaciones Españolas hacia los EEUU.** http://www.infoagro.com/hortalizas/mercado_tomate.htm (Sep. - 2005).

Anónimo,(2005). Factores que afectan la germinación de semillas.

http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Factores%20internos (octubre-2005).

SAGARPA. (1998). <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/> (Sep. 2005)

FAO (2004). <http://www.fao.org/ag/esp/default.htm> (Oct. 2005)

INEGI (2001). <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp> (Oct. 2005)

SIAP (2001). <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> (Oct. 2005)

Sustrstos(2005).http://www.mijardincom.com/ver_articulo.php?id=19&boletin=jardineria
(Nov. 2005)

APÉNDICE

Apéndice 1: Análisis de varianza obtenido para la variable peso fresco de raíz

FV	GL	SC	CM	FC	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.594131	0.398533	6.5954**	0.01
ERROR	70	4.229836	0.060426		
TOTAL	74	5.823967			

C.V. = 20.77 %

Apéndice 2: Análisis de varianza obtenido para peso fresco de vástago

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMINETOS	4	4.740524	1.185131	11.2468**	0.000
ERROR	70	7.376251	0.105375		
TOTAL	74	12.116776			

C.V. = 21.23 %

Apéndice 3: Análisis de varianza obtenido para peso seco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	0.018628	0.004657	8.9199**	0.000
ERROR	70	0.036546	0.000522		
TOTAL	74	0.055174			

C.V. = 25.87 %

Apéndice 4: Análisis de varianza obtenido para peso seco de vástago

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.172576	0.043144	15.8869**	0.000
ERROR	70	0.190099	0.002716		
TOTAL	74	0.362675			

C.V. = 22.09 %

