

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



**Comportamiento de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) en dos Cubiertas de Sustrato y Tres Dosis de
un Biofertilizante Bajo Condiciones de Invernadero**

POR:

LUIS ALBERTO RAMÍREZ RUIZ

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Comportamiento de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en
dos cubiertas de sustrato y tres dosis de un biofertilizante bajo condiciones de
invernadero.

Por:

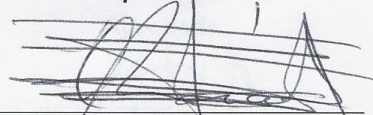
LUIS ALBERTO RAMÍREZ RUIZ

Tesis

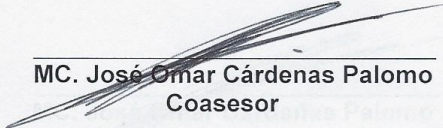
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada



Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Principal

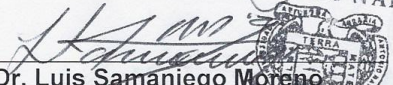


MC. José Omar Cárdenas Palomo
Coasesor



MC. Federico Facio Parra
Coasesor

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Comportamiento de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en dos cubiertas de sustrato y tres dosis de un biofertilizante bajo condiciones de invernadero.

POR:

LUIS ALBERTO RAMÍREZ RUIZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada

Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Interno

MC. José Omar Cárdenas Palomo
Asesor externo

MC. Federico Facio Parra
Coasesor

Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo, 2015

DEDICATORIAS

A tí madre: MARTHA RUIZ PEREZ

Por darme la vida, cariño y amor, con tu paciencia y cuidado que en los momentos difíciles siempre encontramos una sonrisa y salimos adelante, tú siempre me apoyaste en mi decisión de estudiar, gracias por tus oraciones, por darme tu bendición siempre, que de tu lado partía que fueron momentos difíciles para mí pero que hoy tienen su recompensa. Te amo mamá.

A tí padre: SAUL RAMIREZ RUIZ

Por todo tú amor, cariño, paciencia y de tus sabios consejos que me ayudaron a desarrollarme y formarme como un hombre de bien, también por ser un gran impulso para lograr mis sueños, el apoyo incondicional que siempre he tenido de usted a cada paso que doy en la vida y en mis decisiones. Te agradezco porque sé que siempre has querido lo mejor para mí... Te quiero mucho. Que dios los cuide, proteja y bendiga por siempre.

A mis hermanos: GLADY SELENE, YOVANI DE JESUS Y OSVALDO ELEVI.

Por brindarme su apoyo incondicionalmente siempre que lo necesito, por darme la confianza de seguir adelante con mi sueño, que hoy he cumplido con satisfacción, gracias por el amor y cariño, los llevo en mi mente y mi corazón.

A MIS TÍOS (AS)

Para todos ellos que me dieron su apoyo incondicional, pues siempre me colmaron de grandes cosas como la del respeto hacia las demás personas.

A MIS ABUELOS.

José Elevi Ramírez (+), Josefina Ruiz (+), Gilberto Ruiz y Hermicenda Ruiz. Porque ellos siempre me enseñaron las buenas acciones en la familia y sé que hasta donde ellos estén les da satisfacción el que haya terminado mi carrera.

A mi "ALMA TERRA MATER" Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: por el buen aprendizaje que adquirí de mi escuela.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darnos la vida y formar parte de su divina creación, Por darme la capacidad, sabiduría y paciencia para terminar mis estudios, gracias por darme la mano cuando más lo necesito y proveerme de salud y mentalidad en este largo caminar, hoy por tí he terminado otra etapa importante de mi vida; Gracias Dios, por enseñarme y guiarme por el buen camino con todo su Amor, Luz, Paz y sus Bendiciones.

A MI ALMA TERRA MATER.

Mi universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que me cobijó durante todo este tiempo, gracias por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de tener el privilegio de ser otro aprendiz más que hizo historia en tu regazo.

AL DR. EMILIO RASCON ALVARADO

Estoy muy agradecido de todo corazón con usted que me ha apoyado y por darme la oportunidad de realizar este trabajo, de su dedicación y tiempo que ha invertido para que saliera muy bien. Y mis respetos y admiración por la ética y el amor que le tiene a su trabajo. De nuevo, mil gracias.

AL M.C. FEDERICO FACIO PARRA

Por brindarme su apoyo durante la realización de esta investigación.

AL MC. José Omar cárdenas Palomo: le agradezco por el gran apoyo que me brindo, por la confianza que puso en mí para poder formar parte de su proyecto, pero sobre todo por la amistad que me brindo y sus buenos consejos.

A Palau Bíoquím: le agradezco a la empresa por su apoyo que me brindaron en la realización de mi tesis y sobre todo al ingeniero Benito Canales

AL ING. JESUS MATA MONSIVAIS

Por haberme brindado su amistad, su generosidad y su incondicional apoyo, por los consejos y la grata enseñanza que usted me brindó dentro y fuera de mi estancia de nuestra alma mater. Le agradezco de todo corazón.

A MIS SINODALE.

DR. EMILIO RASCON ALVARADO

M.C. FEDERICO FACIO PARRA

M.C. JOSE OMAR CARDENAS PALOMO

Les agradezco por darme la oportunidad y el tiempo que me han dedicado para revisar este trabajo, de sus valiosos consejos que fortalecen mis conocimientos y enriquece al mismo tiempo mi trabajo de tesis. Del amor y ética al trabajo que desarrollan en la universidad y fuera de ella para transmitir sus conocimientos a cada uno de nosotros, para la formación personal y académico.

A MIS AMIGOS.

Alexander, Sandoval, Pedro, Luis A., Juan Carlos, Wilber, Eligio, Néstor, Alberto, Luis A., Gracias a todos ellos por los buenos momentos de convivencia y apoyarme en las buenas y en las malas, y aunque no todos estuvieron en la universidad conmigo siempre me llenaron de alegría y buenos consejos que fueron de provecho para mí.

INDICE DE CONTENIDOS

	PAG.
DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
Clasificación Taxonómica.....	5
Morfología de la planta de tomate.....	6
Planta.....	6
Raíz.....	6
Tallo.....	7
Hojas.....	7
Flor.....	8
Fruto.....	8
Exigencias climáticas.....	9
Temperatura.....	9
Iluminación.....	10
Humedad relativa.....	10
pH.....	11
Producción de plántulas.....	11
Charolas de siembra.....	13
Sustrato.....	14

Definición de semilla	14
Germinación de semilla.....	14
Calidad de semilla.....	16
Calidad fisiológica (germinación).....	16
Calidad física de la semilla.....	17
Tamaño de la semilla.....	17
Peso de semilla.....	17
Medio de cultivo.....	18
Enfermedades de las plántulas.....	20
Pudrición de la raíz y del cuello.....	20
Pudrición negra de la raíz.....	21
Pudrición del cuello.....	22
Marchitamiento causado por el taponamiento del sistema vascular.....	22
Enfermedades de las hojas.....	23
Quemazón de la hoja.....	23
Mildiu Polvoriento.....	24
Mancha bacteriana de la hoja.....	24
Antracnosis de la hoja.....	25
Virus.....	25
Alga – enzimas.....	26
Algaenzims.....	27
Efecto en las plantas.....	28
En el suelo.....	28
III. MATERIALES Y METODOS.....	29
Localización geográfica del sitio experimental.....	29
Materiales utilizados.....	30
Metodología.....	30

Diseño experimental.....	32
Descripción de los tratamientos.....	33
Siembra.....	34
Riego	35
Fertilización.....	35
Variables a evaluar.....	36
Altura promedio.....	36
Longitud de la raíz.....	36
Peso fresco de plántula.....	37
Peso fresco de raíz.....	37
Peso seco de plántula.....	38
Peso seco de raíz.....	38
Spad (contenido de clorofila).....	38
Contenido Relativo de Clorofila	38
Diseño Estadístico.....	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
Comparación de medias del crecimiento del tallo.....	41
Comparación de medias del crecimiento del area foliar.....	42
Comparación de medias de la longitud de raíz.....	44
Comparación de medias del peso fresco de plántula.....	45
Comparación de medias del peso seco de plántula.....	47
Comparación de medias del peso fresco de raíz.....	48
Comparación de medias del peso seco de raíz.....	50
Comparación de medias de las unidades spad.....	51
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. LITERATURA CITADA.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
3.1 Fertilizantes aplicados durante la producción de plántulas de tomate	32
3.2 Descripción de los tratamientos a base sustratos y dosis de algaenzims aplicados a plántulas de tomate.	33

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
4.1 Comparación de medias del crecimiento de tallo de plántula de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes	41
4.2 Comparación de medias de crecimiento del area foliar de plántulas de tomate en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes	43
4.3 Comparación de medias de longitud de raíz de plántulas de tomate en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes	45
4.4 Comparación de medias del peso fresco de plántulas de tomate con dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes	46
4.5 Comparación de medias del peso seco de plántulas de tomate con dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes	48
4.6 Comparación de medias del peso fresco de raíz de tomate con dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes	49
4.7 Comparación de medias del peso seco de raíz de tomate con dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes.....	50
4.8 Comparación de medias de las medidas Spad en plántulas de tomate con dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el invernadero experimental propiedad de PALAU BIOQUIM S.A DE C.V., durante el ciclo Primavera-Verano del 2013, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación del mejorador orgánico **Algaenzims^{MR}** en diferentes dosis utilizando dos cubiertas de germinación en donde se empleo peat moss y vermiculita. Se empleo un diseño estadístico con bloques completamente al azar, para lo cual se utilizaron 8 charolas donde cada una tenía un tratamiento, se hizo una sola aplicación del mejorador orgánico, a los 13 días de germinación. La primera toma de datos se hizo a los 30 días después de la germinación y el segundo muestreo a los 57 días después de la germinación y se evaluaron las variables: crecimiento de tallo (CT), crecimiento del área foliar (CAF), peso fresco de plántula (PFP), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de plántula (PSP), peso seco de raíz (PSR), contenido de clorofila (SPAD). El experimento se llevo bajo invernadero, con riego manual y utilizando una fertilización con Sulfato de Potasio, Urea y MAP. En el análisis de varianza que se realizó, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para todas las variables cuando se utiliza la cubierta de peat moss, y resultados estadísticos muy dispersos en cada tratamiento cuando se utiliza la cubierta de vermiculita.

Palabras clave: Sustrato, **Algaenzims^{MR}**, Invernadero, Desarrollo, Fertilización.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más importantes no solo para México sino para una gran parte del mundo debido a la cantidad de divisas que genera a los países que lo cultivan.

La superficie sembrada en el mundo es de 2.85 millones de hectáreas, con un rendimiento de 77.5 millones de toneladas. En Estados Unidos los estados de Florida y California siembran 200, 000 hectáreas (SIACON, 2002).

Sin embargo un problema que se genera en las prácticas de producción, es el porcentaje de rendimiento debido a la baja germinación que se obtiene en la siembra directa y por el alto costo que representa la semilla. Según estadísticas de hortalizas en México, existe una gran diferencia entre la superficie sembrada y la cosecha debido a fenómenos meteorológicos, así como al ataque de plagas y enfermedades establecido por Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP, 2005.

Según (Anónimo 2005) establece que para obtener un aumento en la productividad, es necesario buscar alternativas que nos lleven a obtenerlo, como es la producción de plántulas para trasplante, que crece y tiende a un mayor auge en la actualidad, dejando atrás a la tradicional siembra directa. Entre las ventajas de producir plántulas tenemos: ahorro de semilla, mano de obra, mejor control de plagas, enfermedades y malezas, mejores rendimientos que ofrece manejándose adecuadamente y la posibilidad de tener precocidad en la cosecha.

Para lo anterior es necesario la producción de plántulas de hortalizas donde se les proporcionen las condiciones adecuadas, durante las primeras etapas de su crecimiento vegetativo, debido a que las semillas son muy pequeñas y requieren de cuidados especiales para lograr su efectiva germinación y la emergencia de plántulas viables y bien desarrolladas, utilizando materiales orgánicos, (sustratos, **Algaenzims^{MR}**); que ayuden a una óptima germinación de las semillas, ya que es una alternativa viable en la producción de plántulas hortícolas, para este caso de cultivo de tomate, por la gran importancia y distribución que tiene esta hortaliza a nivel mundial.

Por la gran importancia que representa la utilización de los productos orgánicos, a fin de preservar el cuidado del suelo agrícola como del hombre, que a la vez repercute en una mejor calidad de vida y conservación del ambiente, en el presente trabajo de investigación se utilizó (sustrato, **Algaenzims^{MR}**) para observar su impacto en la germinación de semillas de tomate, así como en el crecimiento de las etapas iniciales de las plántulas de tomate, con los objetivos e hipótesis:

Objetivo

Evaluar el efecto de dos cubiertas de sustrato y tres dosis de potenciador orgánico en plántula de tomate

Hipótesis

Nula:

Ninguna de las dos cubiertas de sustrato y de las tres dosis de potenciador orgánico tendrá efecto en el crecimiento vegetativo de plántulas de tomate

Alternativa:

Alguna de las dos cubiertas de sustrato y de las tres dosis de potenciador orgánico tendrá efecto en el crecimiento vegetativo de plántulas de tomate

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El tomate (*Lycopersicon esculentun* Mill) es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú en donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate, de acuerdo con Valadez (1997).

La evidencia histórica favorece a México como centro de origen, según León (1980) ya que su uso de manera doméstica tiene bastante antigüedad y sus frutos ya eran conocidos y empleados como alimento para las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México antes de la llegada de los españoles.

Clasificación Taxonómica

Según Cedaf (1993), menciona que el tomate es clasificado de la siguiente

manera:

Reino.....Plantae

División.....Magnoliophyta

Clase.....Magnoliopsida

Subclase..... Asteridae

Orden.....Solanales

Familia.....Solanaceae

Genero..... *Lycopersicon*

Especie..... *esculentum*

Morfología de la planta de tomate

Planta

Porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades que de acuerdo a su hábito de crecimiento se clasifican en determinados e indeterminados (tallos que al llegar a ciertos número de ramilletes detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento), según coinciden Muñoz y Castellanos (2003).

Raíz

Muñoz y Castellanos (2003) coinciden en que el sistema radical del tomate consta de una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias. En los primeros 20 cm de la capa de suelo se concentra el 70% de la biomasa radical; no obstante, bajo condiciones de cultivo sin suelo se le confina en contenedores de diferente volumen, geometría y disposición. Usualmente se utiliza un volumen de 5 a 10 litros por planta.

Tallo

El tallo típico tiene 2-4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis, según Nuez (1995). Es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y fruto, por ello es importante vigilar su vigor y sanidad. El diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado e indeterminado.

Hojas

Las hojas son sencillas, pecioladas, de limbo muy hendido, parecen compuestas sin serlo, de folíolos lobulados, ovales y acuminados, con bordes dentados, de color verde intenso en el haz y verde claro en el envés sobre el tallo las hojas surgen de modo alterno. Al igual que el tallo, también están recubiertas de pelos glandulares.

Normalmente aparecen tres hojas por simpodio, es decir entre ramillete. Las hojas son las responsables de la fotosíntesis por lo que deben tener una buena disposición para una mayor intercepción de la radiación. Por ello es importante que el emparrillado para en tutorado, quede simétricamente establecido y además para que no interfiera con las labores de manejo del cultivo, según citan Muñoz y Castellanos (2003).

Flor

Es perfecta, regular e hipógina 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 envuelven al gineceo, y de un ovario bicelular o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio).

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

Los frutos de tomate son bayas carnosas con diferencias en formas (lisos, asurcado, aperado, etc.) e intensidad de coloración; de rojiza o amarillo en caso de ciertas variedades de tomate cherry, con cavidades o lóculos internos

variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplanadas (Muñoz y Castellanos, 2003).

Exigencias Climáticas

A la planta de tomate le favorecen los climas cálidos, sin embargo, bajo condiciones de baja luminosidad, las temperaturas de la noche y del día se deben mantener bajas, de lo contrario, se tendrá una planta raquílica y de floración pobre, como consecuencia de que la energía que proporciona la fotosíntesis es inadecuada para la velocidad de crecimiento. Una planta joven utiliza productos disponibles de la fotosíntesis, en primer lugar para mantenimiento y crecimiento, y en segundo, para las raíces y tercero para formar el fruto de acuerdo a León (2001).

Temperatura

La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etc. Para el tomate las temperaturas óptimas son; nocturnas de 15 a 18⁰C, diurnas de 24 a 25⁰C y para su desarrollo vegetativo entre 22 y 23⁰C, aunque el cultivo de tomate se adapta a climas con temperaturas entre los 18 y 26⁰C (Burgueño, 2001).

Sade (1998) menciona que con temperaturas entre 10⁰C y 15⁰C se originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a

25°C, e inferiores a los 12°C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a los 10°C y superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas en el fruto.

Quinteros (1998), cita que la temperatura tiene un gran efecto sobre la tasa de crecimiento final de la planta.

Iluminación

La energía solar es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de las plantas cultivadas. La luz actúa sobre el crecimiento de las plantas como fuente de energía para la asimilación fotosintética del CO₂, así como fuente primaria de calor y estímulo para la regulación del desarrollo. La concentración óptima de iluminación es de 10 000 y 15 000 lux según Sánchez (2001).

Humedad Relativa

Según Nuez (1995) la humedad relativa (HR) del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas, por el contrario sí, es muy baja, las

plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse además de los comunes problemas del mal cuaje. Cada especie tiene una humedad ambiental para vegetar en perfectas condiciones. El rango óptimo para el tomate se encuentra entre el 70 y 80%, aun con temperaturas nocturnas de 13°C. Valores superiores al 90% favorecen al desarrollo de enfermedades, especialmente botrytis.

pH

En el caso del pH el tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, cuyos valores de pH se ubican entre 5.0 y 6.8. El pH ideal es el más próximo a la neutralidad (7.0), debiendo realizar enmiendas calizas o ácidas si está por debajo o por encima de la misma. En cuanto a salinidad, se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm. Con respecto a la textura del suelo el tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo mejores los arenosos y limo-arenosos con buen drenaje, según menciona Valadez (1998).

Producción de Plántulas

El éxito en la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero demanda una estricta disciplina para cumplir con todas las normas en el proceso de producción.

Casseres (1981), citado por Centeno (1986), designa el término plántula a la planta pequeña producida por semilla, de pocas semanas de edad y que se utiliza en los cultivos de trasplante para establecer el plantío definitivo en campo.

Sánchez, (2000) menciona que para producir plántula de calidad es necesario disponer de equipo e infraestructura adecuadas, con buen funcionamiento de equipo de riego, sistemas de siembra eficientes, para el ahorro de mano de obra, control de temperatura, humedad del sustrato, fertilización y del ambiente.

Se citan cuatro principales razones para la producción de plántulas:

- El alto costo de semillas de hortalizas.
- Mejor control contra enfermedades y malezas.
- Mejores rendimientos
- Ahorro de tiempo a la cosecha

En la naturaleza, el efecto de esos controles es preservar las semillas y regular la germinación de manera que coincida con periodos del año en que las condiciones naturales son favorables para la supervivencia de las plántulas. En consecuencia, los mecanismos de control de la germinación existen como una adaptación para la supervivencia natural de las especies.

Estos mecanismos son en particular importantes para plantas que crecen en donde ocurren condiciones ambientales extremas, como en los desiertos o en las regiones frías, en donde las condiciones ambientales, después de la

diseminación de las semillas, pueden no ser favorables para la germinación inmediata, según Hartmann y Kester, (1998).

García (1996) argumenta que el sustrato óptimo para cualquier situación depende de varios factores: tipo de especie a cultivar y sus requerimientos, el volumen del recipiente, la disponibilidad de los materiales para las mezclas y la calidad física, química y biológica de los sustratos.

Charolas de Siembra

Las charolas de siembra varían de tamaño y forma de celda o cavidad. Las charolas más comunes tienen entre 128, 200 y 338 cavidades; las celdas pueden tener forma cilíndrica o de pirámide invertida. El tipo de charola a escoger depende de la planta a sembrar y del uso final.

La clave para la producción de plántulas en cualquier tipo de charola es un manejo adecuado del agua. Nunca debe permitirse que el medio de cultivo seque totalmente; la humedad debe regularse para mojar muy bien la celda y permitir el drenaje y el intercambio de oxígeno.

Cuando se satura el medio de cultivo, casi no retiene oxígeno (0-2%). Debe por tanto dejarse secar para que entre el oxígeno y resulte una buena germinación y crecimiento.

Sustrato

El termino sustrato se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo *in situ*, natural, de síntesis ó residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contendor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir material químicamente activo o material inerte en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta según (Abad, 1991; citado por Cadahia, 1998).

Definición de semilla

Las semillas del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forman una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de tejido duro e impermeable. La germinación de las semillas ocurre de manera relativamente fácil (Muñoz y Castellanos, 2003).

Germinación de semillas

La germinación de semillas se entiende como una serie de eventos que dan como resultado la transformación de un embrión en estado quiescente a una plántula. Este proceso dura hasta que la planta ya no utiliza los nutrientes que la proporcionan la semilla y pasa a ser un organismo autótrofo.

Moreno (1976) define como la germinación y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que son manifestaciones de la habilidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables en el suelo.

Asumiendo que una semilla no se encuentra en un periodo de latencia, su germinación depende de varios factores ambientales, entre los que encontramos la temperatura (temperatura mínima, máxima y óptima), el agua, el tipo y cantidad de luz, la permeabilidad de la testa, refiriéndonos a los más importantes.

Para que se lleve a cabo la iniciación de la germinación se requiere tres condiciones:

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

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

La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz. Debido a las complejas interacciones entre el ambiente y las condiciones específicas de letargo, dichas exigencias pueden cambiar con el tiempo y los métodos de manejo de las semillas. Así, el segundo requisito,

evitar el letargo, puede a veces, satisfacerse proporcionando las condiciones ambientales apropiadas Hartmann y Kester (1995).

CALIDAD DE LA SEMILLA

Calidad Fisiológica (Germinación)

Germinación: se requiere que se cumplan tres condiciones:

- La semilla debe ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
- La semilla no debe estar en letargo ni el embrión en quiescencia. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación.
- La semilla debe estar expuesta a condiciones ambientales apropiadas como la disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y algunas veces de luz.

La viabilidad puede expresarse como el porcentaje de germinación que indica el número de plantas producido por un número dado de semillas. Son características adicionales de alta calidad, la germinación rápida, el crecimiento vigoroso de las plántulas y un aspecto normal de ellas.

Calidad Física de la Semilla

Tamaño de la Semilla

El tamaño de la semilla no tiene influencia sobre la germinación, este fenómeno depende de otros factores, como la viabilidad de la semilla y condiciones climáticas. Si el tamaño no afecta la germinación en sí, no puede decir lo mismo con relación a la manera en la cual esta se procesa, o sea, el tamaño afecta el vigor de la plántula resultante. Usualmente semillas de mayor tamaño originan plántulas más vigorosas que en condiciones variables de campo pueden resultar en poblaciones diferentes a favor de las semillas mayores.

Es probable que en semillas epigeas el tamaño grande de las plántulas resulte de mayor área cotiledonar y por la actividad fotosintética ocurrida inmediatamente después de la emergencia.

Peso de Semilla

La separación por peso de semilla y/o densidad, así como el tamaño de semillas, ofrece un medio para mejorar el vigor de plántulas y el rendimiento de los cultivos.

El desarrollo de las plántulas puede dividirse en cuatro etapas:

Etapas 1:

El periodo que transcurre entre la siembra y la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla. En esta etapa se requieren niveles altos de humedad y oxígeno alrededor de la semilla.

Etapa 2:

Entre la emergencia de la radícula (raíz) que penetra en el suelo y la emergencia de el hipocotilo (tallo) y las hojas cotiledonales; durante esta etapa aumentan las necesidades de oxígeno de la raíz y por tanto debe disminuirse la cantidad de humedad suministrada.

Etapa 3:

Es el periodo de crecimiento y desarrollo de las hojas verdaderas.

Etapa 4:

El periodo previo al embarque o trasplante.

Las etapas más críticas son la 1 y la 2. La diferencia entre el éxito y el fracaso depende de que se puedan mantener las condiciones óptimas de humedad, oxígeno, temperatura y luminosidad.

Medio de Cultivo

El medio de cultivo debe proporcionar un ambiente adecuado desde la germinación hasta el momento del trasplante. Durante este periodo, la plántula cambia de forma, de tamaño y de necesidades. El medio de cultivo debe

entonces poderse ajustar a las necesidades de las plantas pero ser consistente en sus propiedades físicas y químicas.

La tendencia actual es a usar un solo medio para distintos cultivos, lo que es factible si se practica un manejo adecuado de la humedad.

Las características que debe tener un buen medio de cultivo incluyen:

- La habilidad para retener humedad para la germinación en la Etapa 1.

- Un grado de porosidad que asegure la disponibilidad de oxígeno para el desarrollo de las raíces de las plántulas. Las necesidades de oxígeno aumentan durante la Etapa 2. Pueden aumentarse la aireación bajando el nivel de humedad. La aireación del medio de cultivo original puede mejorarse agregando arcilla calcinada, perlita o corteza composteada. Debe lograrse un balance adecuado entre la aireación y la capacidad de retención de agua. En la medida que aumenta la capacidad de retención de agua, baja la porosidad del medio de cultivo.

La carga inicial de nutrientes debe ser baja: igual o menor a 1.0 mmhos/cm.

- pH de 5.8 – 6.5 para permitir la disponibilidad de nutrientes mayores y menores.

Enfermedades de las Plántulas

Las enfermedades causadas por hongos son las más comunes pero no necesariamente las más importantes. Dependiendo de la planta huésped, otros patógenos como bacterias y virus tienen la capacidad de causar enfermedades con consecuencias económicas severas.

Las enfermedades de pre-emergencia ocurren antes o durante la germinación de la semilla. El síntoma obvio de esta enfermedad es que la plántula nunca emerge.

Las enfermedades de post-emergencia ocurren una vez que la plántula ha emergido del medio de cultivo y ya ha producido los cotiledones así como sus primeras hojas verdaderas.

El síntoma más obvio del volteo de las plántulas (“damping off”) es su marchitamiento y posterior caída sobre el medio del cultivo. En la mayoría de los casos, la muerte de las plántulas antes de la emergencia está causada por tres hongos patógenos: *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., y *Thielaviopsis* sp.

El volteo de post-emergencia en la mayoría de los casos está causado por los hongos *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp. Y *Botrytis* sp.

Pudrición de la raíz y del cuello

Esta es una de las enfermedades más comunes en los invernaderos y está causada por el hongo *Pythium* sp. El hongo primero ataca el ápice (el extremo)

de las raíces y si las condiciones favorables para la enfermedad continúan, se traslada hacia arriba pudriendo la raíz y el tallo.

Los síntomas de esta enfermedad incluyen el marchitamiento, la falta de vigor, y diferencias de nutrientes. Las raíces afectadas se ven de color marrón y de aspecto pulposo.

Una vez que el hongo ha llegado al cuello y al tallo los mismos se ven de color negro y al tocarlos se sienten muy blandos. Utilizar un medio de cultivo con buen drenaje (buena porosidad aérea) representa un paso importante en el control y prevención de esta enfermedad.

Control químico: mefenoxan y trifloxystrobin se encuentran entre los mejores para controlar esta enfermedad.

Pudrición negra de la raíz

La causa de esta enfermedad es el hongo *Thielaviopsis* sp. Algunas plántulas de temporada son más susceptibles a esta enfermedad que otras. Las plantas afectadas por esta enfermedad se ven atrofiadas (sin crecimiento), Amarillamiento de las hojas es un síntoma común. Las raíces infectadas se ven de color negro y de aspecto pulposo. Las plantas que están bajo estrés causado por un desbalance del pH o por un alto nivel de sales en la mezcla de cultivo están más susceptibles a la producción negra.

Control químico: thiophanate-methyl y el triflumizole ofrecen un excelente control.

Pudrición del cuello

Esta enfermedad comienza en el cuello (la parte del tallo que está al nivel de la superficie de la mezcla cultivo) y se desplaza hacia arriba por el tallo el cual se vuelve blando, pulposo. La planta se marchita, con el tiempo el hongo circunda todo el tallo y la planta muere. En muchos casos las raíces se ven sanas pero el cuello está podrido.

Compuestos químicos como el azoxystrobin y thiophanate-methyl pueden controlar esta enfermedad.

Marchitamiento causado por el taponamiento del sistema vascular

Estos marchitamientos están causados por una variedad de patógenos. Los más comunes son los hongos *Fusarium* sp. Y *Verticillium* sp., y la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *Pelargoni* (Xcp).

Las plantas infectadas se marchitan bajo condiciones de estrés hídrico, especialmente durante las horas de más calor del día. Si los tallos de plantas infectadas se cortan en forma transversal, el sistema vascular se ve de color oscuro. Este síntoma es utilizado para diagnosticar la enfermedad.

Enfermedades de las hojas

Quemazón de la hoja

Esta enfermedad también llamada moho gris, es la más común de todas las enfermedades en los invernaderos. El agente causal es el hongo *Botrytis cinérea*.

El hongo produce numerosas esporas que pueden ser esparcidas a través de corrientes de aire por todo el invernadero.

Cuando las condiciones ambientales son adecuadas, las esporas que se han depositado sobre las plantas germinan y el hongo penetra la planta huésped.

La temperatura óptima de germinación es de (22°C y 25°C). La penetración del hongo ocurre a través de una herida.

Mantener dentro del invernadero condiciones ambientales que no favorecen el crecimiento del hongo y la germinación de esporas es fundamental. Si se mantiene la humedad relativa por debajo de 85%, si se hace circular el aire dentro del invernadero y si se mantiene adecuada separación entre las plantas, se puede minimizar la ocurrencia de esta enfermedad.

Control químico a base de: azoxystrobin, chlorotalonil, enhexamid, y productos que contienen mezclas como el thiophanate methyl más el chlorotalonil son efectivos para controlar esta enfermedad.

Mildiu polvoriento

La enfermedad se caracteriza por el crecimiento del hongo con aspecto de pelusa mullida blanca sobre las hojas y los tallos. Esta enfermedad se ve favorecida cuando las noches frescas y húmedas y los días son cálidos y soleados. Cambiar estas condiciones ambientales del invernadero es fundamental para controlar esta enfermedad. Buen movimiento del aire y compuestos químicos que contienen azoxystrobin y piperalin producen un buen control.

Mancha bacteriana de la hoja

En condiciones de alta humedad en el aire y condensación sobre las hojas, la mancha bacteriana puede ser un problema. La mayoría de las manchas bacterianas de las plántulas son causadas por la bacteria *Pseudomonas* sp.

Las manchas causadas por esta bacteria en las hojas son pequeñas, circulares, aguachentas y rodeadas de un halo violáceo.

Si la enfermedad no se frena, las manchas se agrandan y se juntan y la hoja entera tendrá un aspecto aguachento purpureo y de pudrición. La difusión de esta enfermedad se puede disminuir evitando mojar las hojas cuando se

riega y manteniendo condiciones ambientales que favorezcan el secado rápido de la superficie de las hojas. Control químico: Fungicidas a base de cobre disminuyen la dispersión de la bacteria de planta a planta.

Antracnosis de las hojas

La enfermedad se caracteriza por manchas de color gris – gris oscuro que se encuentran principalmente en las hojas viejas. Es necesario evitar que las hojas permanezcan mojadas por periodos largos de tiempo. Control químico a base de mancozeb ayudan a controlar esta enfermedad.

Virus

Muchos virus pueden infectar a las plántulas; sin embargo solo unos pocos son de importancia económica. Los virus como el virus del mosaico del tabaco (TMV), virus del mosaico del pepino (CMV) y el virus de la macha anillada del tabaco y el tomate (TRSV) pueden infectar a las plántulas y dependiendo del huésped, pueden causar la pérdida del cultivo.

Algas-enzimas

Conforme a lo reportado por Blaine *et al.* (1990) y Crouch y Van Staden (1992), el incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y o sus derivados en la agricultura, se debe a que las algas marinas contienen: todos los elementos mayores, todos los elementos menores y todos los elementos traza que ocurren en las plantas; además 27 sustancias naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas; vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol.

Cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que con ellas viven asociados, permanecen en estado viable y se propagan donde se aplican, incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción. Las proteínas (enzimas) que tanto las algas marinas como los microorganismos que las acompañan sintetizan y emiten (exoenzimas), cuyas acciones, tanto en el suelo como en la planta, son interesantes.

Enzimas.- Small y Green (1968), mencionan que los seres vivos, sintetizamos, **enzimáticamente**, entre otros compuestos complejos para la vida como los arriba anotados: las proteínas. Por lo general, las **enzimas** son proteínas, pero no todas las proteínas son **enzimas**. Las **enzimas** tienen la

facultad de provocar y/o activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo. Las **enzimas** que actúan al interior de la célula, se denominan **endoenzimas** y las que actúan en el exterior: **exoenzimas**.

Algaenzims

Es un potenciador orgánico elaborado a base de macro y microalgas marinas, mediante un proceso patentado tal, que conserva todos los elementos y sustancias sin perder sus atributos por lo que las enzimas sintetizadas por las algas permanecen activas (vivas) aun dentro del producto envasado. Los microorganismos que contiene ALGAENZIMS^{MR}, inclusive las microalgas cianofitas fijadoras del Nitrógeno del Aire aun en las plantas no leguminosas, conservan su viabilidad, su capacidad de propagarse en el medio agrícola donde se aplican, aumentando poderosamente la acción de las dosis aplicadas, ya sea en la planta o en el suelo. Las microalgas, con el pleamar, a veces están en el agua, ya veces en el suelo de la playa. Se han encontrado fósiles de microalgas cianofitas en rocas sedimentarias de origen marino de más de dos mil millones de años.

Este tiempo de evolución les ha dado “experiencia” como especie para adaptarse al suelo con el flujo y el reflujo de humedad entre riego y riego. El hombre como especie tiene apenas 4.1 millones de años. El mar, en los lugares donde se desarrollan las algas, es una solución rica en nutrientes donde, por el proceso de homogenización y con el paso del tiempo, se encuentran todos los elementos necesarios para la vida, a diferencia del suelo,

donde, por su heterogeneidad, pueden haber extremos en deficiencias y toxicidades (Canales 1997).

Efectos en las plantas:

Más vigor a las plántulas y a las plantas, más resistencia a: heladas, calor, sequía y heridas, más resistencia a plagas y enfermedades, las plántulas sufren menos al estrés del trasplante, fija el nitrógeno del aire, aun en las no leguminosas, más rendimientos, más calidad de las cosechas, con mejor presentación, más ricas en nutrimentos, más vida de anaquel, en su caso. (Canales 1997).

En el suelo:

Mejora la textura, mejora la estructura, mejora el ph, incrementa la materia orgánica, incrementa la vida microbiana, hace poroso el suelo, descompacta suelos compactos, da cuerpo a los suelos livianos, desaliniza, desodifica, da más eficiencia a los fertilizantes, ahorro de fertilizantes, da más eficiencia en los riegos, ahorro de agua, ahorro de labranza, en su caso. (Canales 1997)

III. MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación, se llevo a cabo en el invernadero propiedad de la Empresa PALAU BIOQUIM S.A DE C.V., y se ubica en la esquina de las calles Juárez y Centenario en la zona centro en Saltillo, Coahuila, la ubicación geográfica es $25^{\circ}25'05.25''$ L.N., $100^{\circ}59'36.48''$ L.O., 1607 MSNM.



Materiales utilizados

- Charolas germinadoras de 200 cavidades.
- Regla
- Spad 502.
- Estufa Fisher Scientific KL234
- Bascula
- Segueta
- Pipeta graduada

Sustratos

- ❖ Vermiculita
- ❖ Peat moss de la marca Berger BM2
- ❖ Semilla de jitomate (variedad Rio grande).

Metodología

1. El total del sustrato utilizado para ambas charolas se saturó a capacidad de campo
2. Como paso 2 se realizó el llenado de las charolas, con el sustrato antes mencionado para poder realizar la siembra de las semillas de tomate.

3. A una charola se le agrego como cubierta el peat moss y a otra con peat moss, con una pequeña cubierta de vermiculita.



4. Cada charola se dividió en cortes de 50 cavidades utilizando una segueta como se ilustra en la imagen. A los (13 dds).



5. Aplicación de los tratamientos (13 dds). (26 de febrero del 2013).



6. Fertilización química (11 de abril del 2013).

Cuadro3.1 Fertilizantes aplicados durante la producción de plántulas de tomate.

Fertilizante	Formula	Gr / 1L. de agua
Sulfato de potasio	K_2SO_4	111.1
Urea	CH_4N_2O	99.1
MAP	$(NH_4) H_2 PO_4$	97.9

•Se aplico el día 11/04/2013, aplicando 111.1 gr. De sulfato de potasio, 99.1 gr. De urea y 97.9 gr. De MAP. En 1000 ml de agua.

7. El primer muestreo se realizó a los 30 días después de la germinación (20/03/2013), evaluando todas las variables excepto la variable spad, que se realizo solamente en el segundo muestreo llevado a cabo a los 57 días después de la germinación.

Diseño experimental

En el presente trabajo, se utilizo un diseño completamente al azar, en el cual se establecieron (8) tratamientos con diez repeticiones en cada una de las variables evaluadas, utilizando dos cubiertas de sustratos, bajo condiciones de invernadero.

Descripción de los tratamientos

Cuadro 3.2 Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Cubierta	Dosis
TP	Peatmoos	250 ml de agua.
D1P	Peatmoos	250 ml de agua + (0.5%) 1.25 ml de Algaenzims^{MR}
D2P	Peatmoos	250 ml de agua + (1%) 2.5 ml de Algaenzims^{MR}
D3P	Peatmoos	250 ml de agua + (2%) 5 ml de Algaenzims^{MR}
TV	Vermiculita	250 ml de agua.
D1V	Vermiculita	250 ml de agua + (0.5%) 1.25 ml de Algaenzims^{MR}
D2V	Vermiculita	250 ml de agua + (1%) 2.5 ml de Algaenzims^{MR}
D3V	Vermiculita	250 ml de agua + (2%) 5 ml de Algaenzims^{MR}

TP: testigo peat moss, D1P: dosis1, peat moss, D2P: dosis2 peat moss, D3P: dosis3, peat moss, TV: testigo vermiculita, D1V: dosis1, vermiculita, D2V: dosis2, vermiculita, D3V: dosis3, vermiculita.

TP= Solamente se utilizó 250 ml de agua para el testigo, en el sustrato peat moss, lo mismo fue para cuando de empleo la cubierta de germinación con el sustrato vermiculita, siendo este el tratamiento TV.

D1P= Se utilizó 250 ml de agua más 1.25 ml de **Algaenzims^{MR}** siendo esta la dosis baja del mejorador orgánico, tanto para el sustrato peat moss, como

para cuando se utilizo la cubierta de vermiculita donde esta es el tratamiento D1V.

D2P= Esta es la dosis media donde se utilizo 250 ml de agua más 2.5 ml de **Algaenzims^{MR}** cuando se utilizo solamente peat moss, y para cuando se utilizo la cubierta de germinación con el sustrato vermiculita el tratamiento corresponde a las abreviaturas (D2V).

D3P= Se utilizo 250 ml de agua más 5 ml de **Algaenzims^{MR}** siendo esta la dosis alta de los tratamientos con la cubierta de germinación del sustrato peat moss, y para la cubierta de germinación cuando se utiliza el sustrato vermiculita el tratamiento es (D3V).

Siembra

Para la siembra se procedió primeramente al lavado de las charolas germinadoras desinfectándolas con cloro al (1%), llevando los sustratos a capacidad de campo antes del llenado de las charolas, posteriormente se hizo el llenado de estas con los sustratos utilizados que fueron Peat Moss de la marca Berger BM2 con la cubierta del mismo y Peat Moss con cubierta de Vermiculita, y finalmente se procedió a la siembra.

Riego

El primer riego fue siete días después de la siembra y cuatro después de la germinación, fue un riego suave para no sacar la semilla con el agua. Posteriormente el riego se realizó todas las mañanas haciendo aplicaciones de 1lt de agua por charola en los primeros 15 días posteriores a la germinación, después de los 15 días se regó dos veces por día, uno por la mañana y el otro por la tarde. Después de 30 días transcurridos desde el primer riego, se aumento la cantidad de agua por charola y se aplicaron 2 lts de agua, regando en la mañana y en la tarde, y así hasta los 57 días de la ultima toma de datos. Cabe mencionar que el agua fue un factor muy importante en el desarrollo y crecimiento de las plantas ya que las temperaturas en esas fechas eran muy elevadas por lo que las plantas requerían de un buen riego todos los días.

Fertilización

En esta investigación se realizó una aplicación de fertilización. Esto con el objetivo de promover un adecuado crecimiento de las plántulas. La fertilización consistió en la aplicación de sulfato de potasio (K_2SO_4), Urea (CH_4N_2O), MAP ($(NH_4) H_2PO_4$). La aplicación se llevo a cabo vía raíz con un riego y fue con 111.1 gr. K_2SO_4 , 99.1 gr urea y 97.9 gr de Map/1lt agua, a los 46 días de haber aplicado el tratamiento.

Variables a Evaluar

Altura Promedio (AP)

Se tomo la medición del crecimiento del puro tallo de la plántula, y el crecimiento del área foliar de 10 plántulas de tomate tomándolas totalmente al azar, los datos fueron reportados en cm.



Longitud de Raíz (LR)

Para determinar esta variable se utilizo una regla graduada en la cual se midió desde donde inicia el sistema radicular hasta llegar a la última porción de esta.



Peso Fresco de Plántula (PFP)

Se determino para cada uno de los tratamientos, eliminando la raíz para así poder determinar esta variable, se utilizo una báscula electrónica con la cual se obtuvo el peso fresco del follaje de las plántulas de tomate.



Peso Fresco de Raíz (PFR)

Se determino para cada uno de los tratamientos, eliminando a la raíz del follaje de la plántula, para determinar esta variable, se utilizo una báscula electrónica con la cual se obtuvo e peso fresco de raíz.



Peso Seco de Plántula (PSP)

Se determino para cada uno de los tratamientos, en la cual las plántulas se expusieron a 60°C para su secado, en una estufa de secado posteriormente se utilizo una báscula electrónica con la cual se obtuvo el peso seco del follaje de las plántulas de tomate, los datos fueron reportados en (gr).

Peso Seco de Raíz (PSR)

Se determino para todos los tratamientos, en la cual se expusieron a temperaturas altas para su secado, posteriormente se utilizo una báscula electrónica con la cual se obtuvo el peso seco de raíz de las plántulas de tomate, los datos fueron reportados en (gr).

Spad (Contenido de clorofila)

Se determino para todos los tratamientos, en el cual se utilizo el follaje de las 10 plántulas de tomate, sacando así un promedio de estas, utilizando un spad y así saber el contenido de clorofila presente en las plántulas de cada tratamiento.

Contenido relativo de clorofila

Para evaluar el efecto de las aplicaciones de los biofertilizantes, en el contenido de clorofila de las plantas, se utilizó el sensor SPAD 502 (Minolta

Corporation), que mide la concentración relativa de clorofila por medio de la luz transmitida a través de la hoja a una longitud de onda de 650 y 940 nm. Este sensor, estima en forma instantánea el contenido relativo de clorofila (a dimensional, en un rango de 0 a 199) en las hojas, sin destruir el tejido, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$SPAD = K \log_{10} \left[\frac{IR_t / IR_o}{R_r / R_o} \right]$$

(5)

Donde:

SPAD= valor del nivel de clorofila

K = es el coeficiente de extinción del medio (clorofila de la hoja) a la radiación aplicada (650 nm)

IR_t = intensidad de la radiación que transmite la hoja a 940 nm.

IR_o = intensidad de la luz emitida por el sensor a 940 nm.

R_r = intensidad de la radiación que transmite la hoja a 650 nm.

R_o = intensidad de la luz emitida por el sensor a 650 nm.

Las mediciones se realizaron en 10 plantas, se realizaron 8 mediciones distribuidas a lo largo de las hoja/planta (en cuatro puntos de cada lado) en cada una de las plantas muestreadas. Los datos se obtuvieron de la parte

media entre la base y el ápice. Los registros se efectuaron a los 57 días después de la germinación.

Diseño estadístico

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con 8 y 10 repeticiones, donde una planta representó la unidad experimental. La comparación de media se realizó con la prueba de Duncan ($\alpha \leq 0.05$)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de medias del crecimiento de tallo

Los resultado que nos muestra la figura 4.1 sobre el crecimiento de tallo de las plántulas de tomate, indican un mayor crecimiento en los tratamientos D3P, D3V, encontrándose en el primer grupo estadístico (A), siendo estas las dosis más alta de algaenzims, en las dos cubiertas de sustratos. Seguido de los testigos TP, TV, que también dieron resultados que estadísticamente son diferentes. Estos resultados se observan en el segundo muestreo, ya que en el primer muestreo los testigos fueron iguales al tratamiento D3V siendo este el tratamiento con mayor concentración de Algaenzims. Estadísticamente superando al testigo en lo absoluto con un 5.93% cuando se utilizo la cubierta de peat moss, y del 3.93% cuando se utilizo la cubierta de vermiculita.

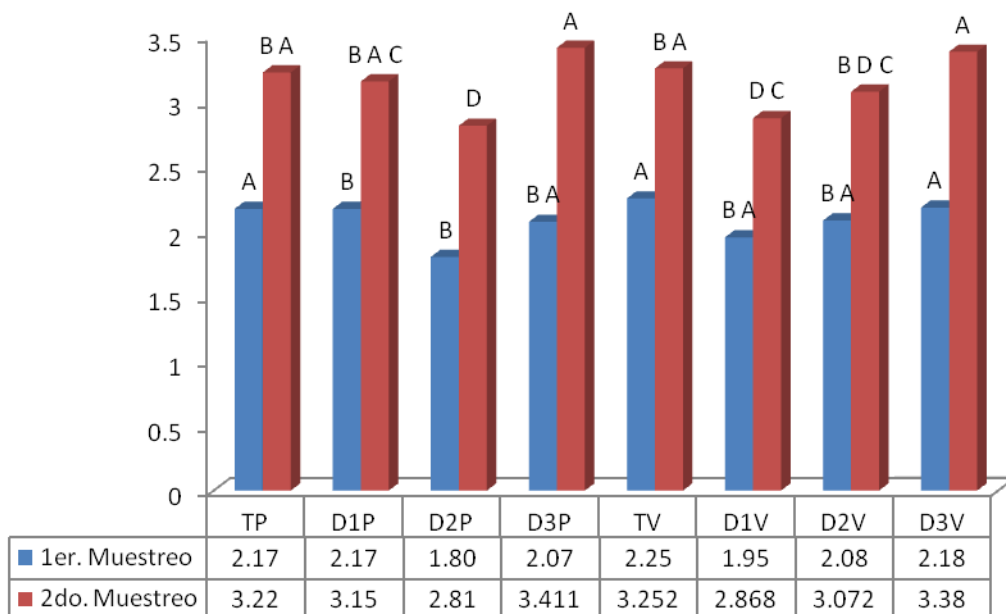


Figura 4.1 Comparación de medias en dos fechas de muestreo del crecimiento de tallo de

plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes.

El desarrollo en el crecimiento de las plántulas puede ser por lo mencionado por Norrie (2005), la mayoría de los productos obtenidos de las algas marinas se aplican como suplemento de los nutrientes minerales en programas integrados de nutrición de cultivos. También se usan para producir efectos benéficos atribuidos a la presencia de hormonas naturales y otros compuestos que influyen en el crecimiento de las plantas.

Comparación de medias del crecimiento del area foliar

La figura 4.2 nos muestra los resultados promedios obtenidos, en el crecimiento de área foliar expresada en cm de las plántulas muestreadas. Siendo D3P el que ha presentado mayor estimulación de crecimiento, en los dos muestreos, encontrándose así en el primer grupo estadístico (A), lo cual demuestra que el testigo ah sido superado en lo absoluto con un 18.28% teniendo este la dosis más alta de algaenzims y con la cubierta de germinación de peatmoss. Y un decremento con respecto al testigo cuando se emplea la cubierta de germinación con vermiculita de un 12.21%.

Seguido de los tratamientos, D1P, D2P, TV, TP, D3V, D2V y D1V, (en ese orden de efectividad). El tratamiento D2P se encuentra estadísticamente en el grupo dos, teniendo diferencias estadísticas con el tratamiento D3P.

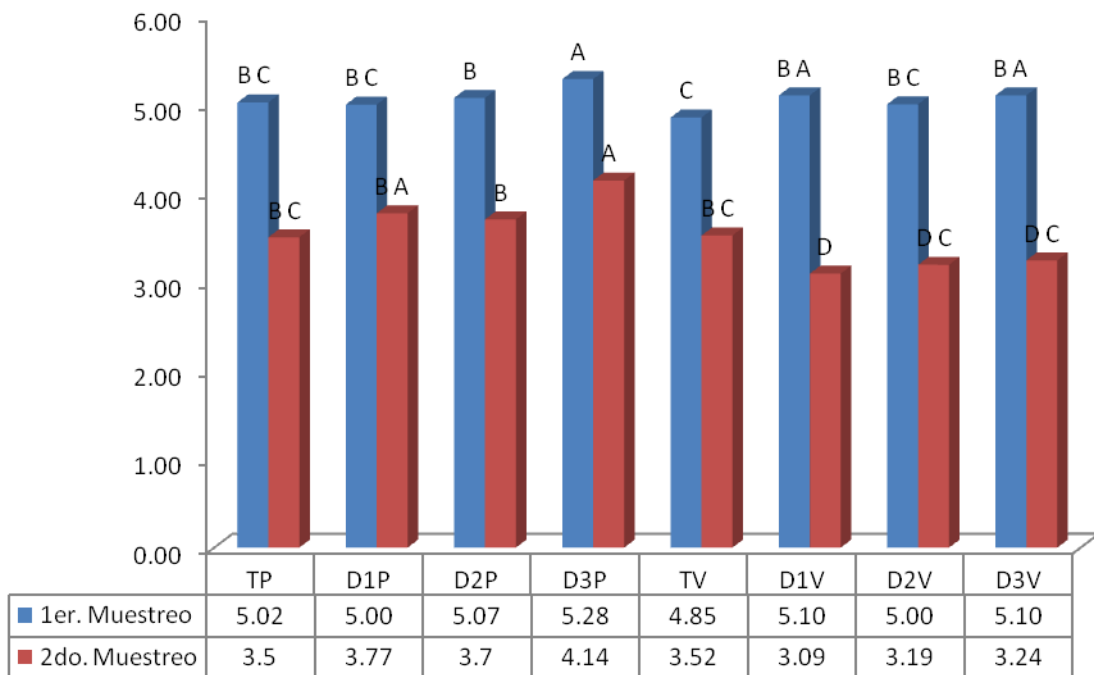


Figura 4.2 Comparación de medias en dos fechas de muestreo del crecimiento del área foliar de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustrato diferentes.

La D3P se encuentra como el tratamiento con el que se mostraron resultados exitosos para el crecimiento de tallo. Como ya se explico, el fosforo es esencial para diversas funciones de la planta y forma parte importante en el proceso de enraizamiento, además como también se ha mencionado en la literatura, se reporta que un buen contenido de fosforo ayuda al desarrollo de abundante del tejido vegetal y frutos con mayor calidad. (Mantilla *et al.*, 2007).

Comparación de medias para la longitud de raíz

Los resultados obtenidos en los dos muestreos para la longitud de raíz expresada en cm. Se muestran en la figura 4.3, en el primer muestreo todos los tratamientos fueron iguales ya que no presentan diferencias estadísticas encontrándose así todos en grupo uno.

Para el segundo muestreo los mejores resultados en cuanto a la longitud de la raíz se obtuvo en el tratamiento D2V que estadísticamente se encuentra en el grupo uno. Demuestra que el testigo a sido superado en lo absoluto con un 6.12% cuando se emplea la cubierta de vermiculita. Y D2P cuando se emplea la cubierta de peatmoss que también supero al testigo absoluto con un 12.08%.

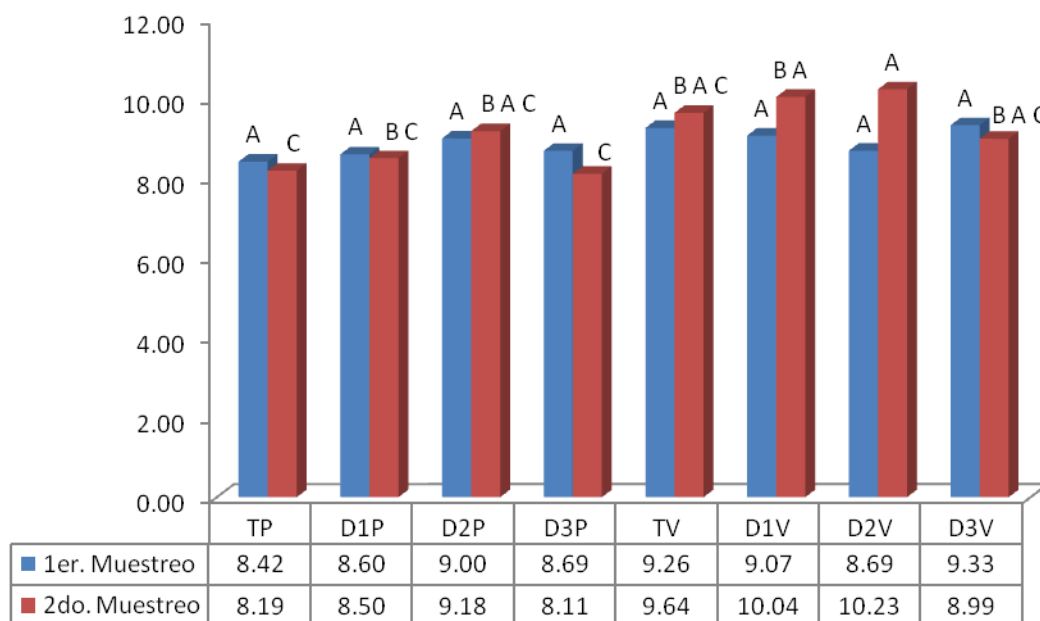


Figura 4.3 Comparación de medias en dos fechas de muestreo de longitud de raíz de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustrato diferentes.

Lo observado en esta variable pudiera ser debido a lo siguiente, los microorganismos pueden mejorar el crecimiento de las raíces, ya se ha través de una extensión del sistema de raíces ya existentes o por estimulación hormonal para el crecimiento de nuevas raíces (Richardson y Simpson, 2011).

Comparación de medias de peso fresco de plántula

Los resultados obtenidos en la variable de peso fresco de plántula se muestran en la figura 4.4 siguiente. Y en la cual podemos observar que para cuando se hizo el primer muestreo los tratamientos D2P, D2V, D3V, son los que estadísticamente presentan mejores resultados ubicados en el primer grupo,

seguido de los tratamientos TP, D1P, los cuales se encuentra en el grupo dos, los tratamientos D3P, TV, D1V, estos no presentan diferencias estadísticas.

Para el segundo muestreo los resultados son más notorios en la diferencia de resultado de cada tratamiento, el tratamiento D3P es el de mejor resultado obtenido en esta variable, ubicándose en el grupo uno. El tratamiento TP nos muestra buen resultado teniendo estadísticamente el grupo dos siendo este el testigo que fue superado en lo absoluto con un 17.37% cuando se utilizo la cubierta de peat moss y un decremento del 29.96% cuando se utilizo la cubierta de vermiculita.

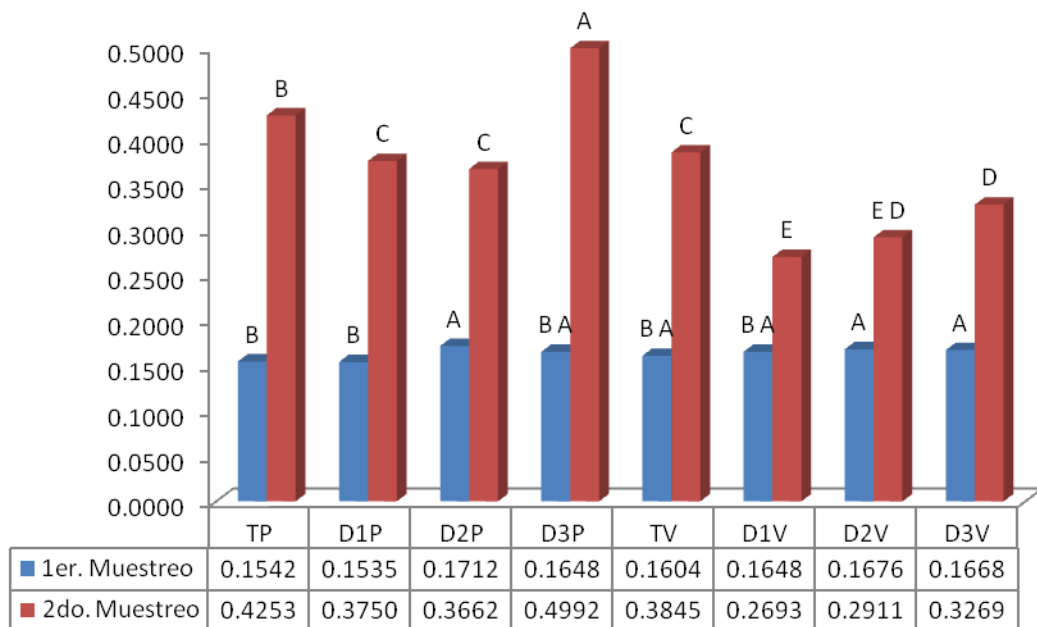


Figura 4.4 Comparación de medias en dos fechas de muestreo del peso fresco de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubierta de germinación utilizando dos sustratos diferentes.

Estos resultados son aceptables ya que el peso fresco en la planta, es el reflejo de la absorción de agua por las raíces por lo que es un efecto activo según (López 1996.)

Comparación de medias del peso seco de plántula

La figura 4.5 nos muestra los resultados obtenidos en cuanto a peso seco de plántula, lo cual se puede apreciar que en todos los tratamientos cuando se hace el primer muestreo no presentan diferencias estadísticas, estando todos en el primer grupo de significancia.

Los resultados se observan mejor en el segundo muestreo, siendo el tratamiento D3P en el que mejor resultado se obtuvo para esta variable, superando en su totalidad al testigo con un 8.57% cuando se emplea la cubierta de peatmoss, teniendo así el grupo uno, mientras que para cuando se empleo la cubierta de vermiculita este ha presentado un decremento con respecto al testigo con un 14.20%.

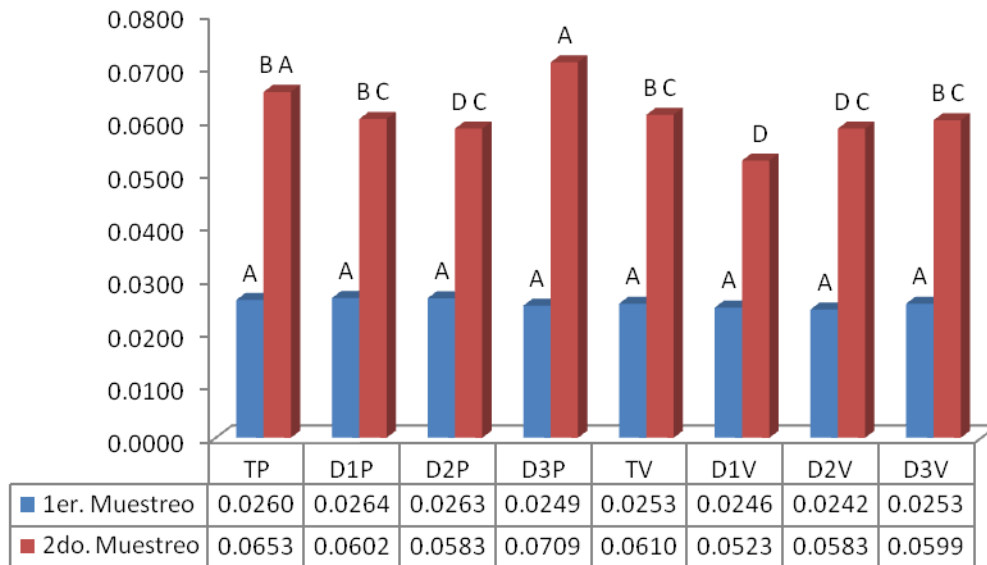


Figura 4.5 Comparación de medias en dos fechas de muestreo del peso seco de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubierta de germinación utilizando dos sustratos diferentes.

El resultado obtenido puede ser por lo que menciona Kass del nitrógeno en las plantas. (Kass, 1998). Menciona que el nitrógeno estimula el crecimiento vegetativo, incrementa la masa protoplasmática y aumenta la succulencia foliar.

Comparación de medias del peso fresco de raíz

En la figura 4.6 nos muestra los resultados obtenidos en la variable peso fresco de raíz, y en la cual se puede observar que los tratamientos D2V, D1V, TV, D1P, son los tratamientos que mejor resultado estadísticamente han arrojado encontrándose así en el grupo uno.

Los tratamientos D2P, D3P, D3V, presentan diferencias estadísticas con los tratamientos antes mencionados, encontrándose estos en el grupo dos. El tratamiento TP no presenta diferencias estadísticas con los tratamientos antes descritos.

En el tratamiento D3P se puede observar que existen diferencias estadísticas en todos los tratamientos, siendo así el mejor resultado estadístico para esta variable cuando se hizo el segundo muestreo, lo cual demuestra que ah superado al testigo en lo absoluto con un 3.58% cuando se empleo la cubierta de peatmoss teniendo el grupo uno, mientras tanto para cuando se emplea la cubierta de vermiculita este demuestra un decremento del 73.58%.

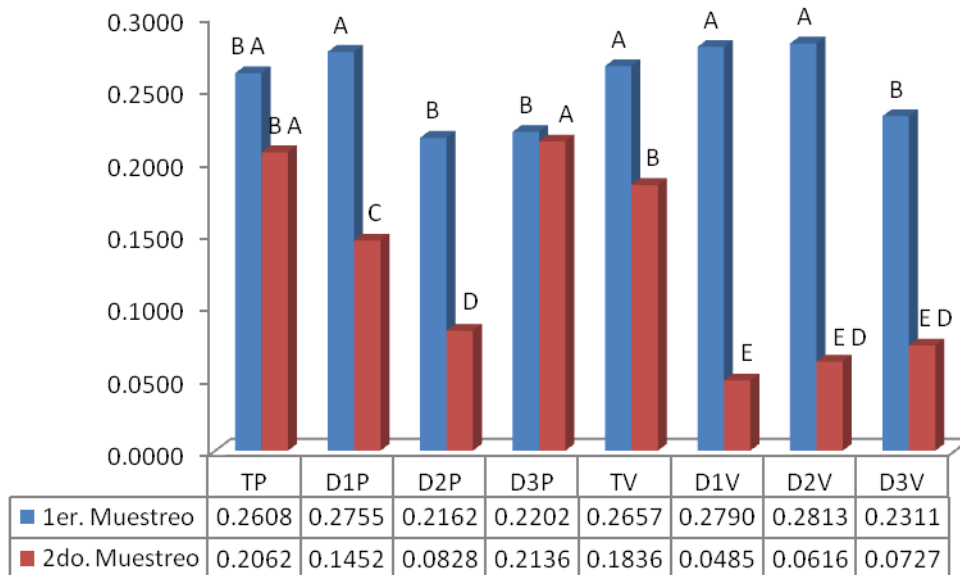


Figura 4.6 Comparación de medias en dos fechas de muestreo para el peso fresco de raíz de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubierta de germinación utilizando dos sustratos diferentes.

Los resultados concuerdan con Martínez (1998), quien menciona que las características físicas de los sustratos influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Comparación de medias del peso seco de raíz

Los resultados obtenidos para la variable peso seco de raíz se muestran en la figura 4.7 en donde vemos que el mejor resultado estadístico lo ha obtenido el tratamiento D3P, en los dos muestreos lo cual demuestra que ha superado al testigo en su totalidad con un 5.12% cuando se emplea la cubierta de peatmoss lo cual lo coloca en el grupo uno. Y un 6.57% cuando se utilizó la cubierta con vermiculita en el tratamiento D3V.

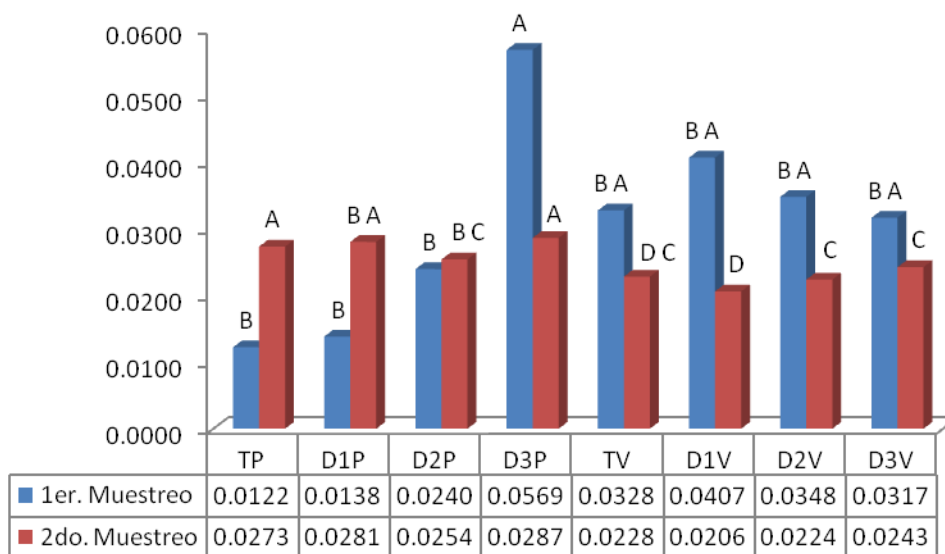


Figura 4.7 Comparación de medias en dos fechas de muestreo para el peso seco de raíz de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes.

Los resultados obtenidos para esta variable no concuerdan con lo establecido según (Pantaloe, Rebetzke; Burton y Carter; Unger 1994); citado por Gutierrez (1997), el volumen, al igual que la longitud aumentaron, al secar las raíces más largas, en esta variable traerá por consecuencia mayor peso.

Comparación de medias de las unidades spad

La figura 4.8 nos muestra los resultados obtenidos en el contenido de clorofila de las plántulas de tomate. Se puede apreciar que estadísticamente los tratamientos D3P, D2V, D1V y D1P, (en ese orden de efectividad), presentan el mejor resultado en comparación con el resto de los tratamientos, siendo D3P la dosis alta de algaenzims lo cual demuestra que ah superado al testigo en lo absoluto con un 27.98%, mientras que para cuando se emplea la cubierta de vermiculita D2V el tratamiento que mejor resultado presento, también supera al testigo con un 7.40%.

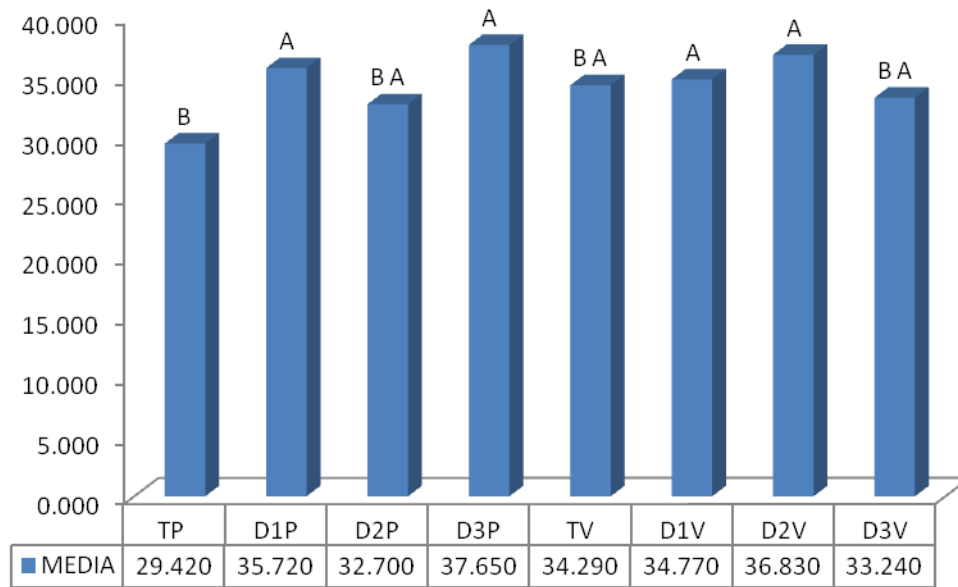


Figura 4.8 Comparación de medias para el contenido de clorofila en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en dos tipos de cubiertas de germinación utilizando dos sustratos diferentes.

Se ha establecido que entre mayor sea el contenido de N en la hoja, mas alto será el contenido de clorofilas, por lo tanto, aumenta la capacidad fotosintética (Díaz, 2002)

V. CONCLUSIONES

Que en las variables del crecimiento de tallo y del crecimiento en el área foliar las cubiertas de germinación no demostraron diferencias estadísticas.

Para la variable longitud de raíz y contenido de clorofila (spad), demostró un comportamiento notorio con la cubierta de germinación con vermiculita, mientras que para las variables peso fresco de plántula, peso fresco de raíz, peso seco de plántula y peso seco de raíz el mejor comportamiento estadístico se encontró en la cubierta con Peat Moss.

El tratamiento D3P (2% **Algaenzims^{MR}** en la cubierta de Peat Moss) demostró estadísticamente un comportamiento adecuado en las variables, crecimiento de tallo, crecimiento del área foliar, peso fresco de plántula, peso fresco de raíz, peso seco plántula peso seco de raíz y contenido de clorofila (spad) cuando se utiliza Peat Moss con respecto al testigo y el tratamiento D2P (1% **Algaenzims^{MR}** en la cubierta de Peat Moss) solo resultó estadísticamente mejor con respecto al testigo en la variable de longitud de raíz.

Para cuando se empleo la cubierta de vermiculita los resultados más favorables se encuentran en el testigo con respecto en las variables crecimiento

del área foliar, peso fresco de plántula, peso fresco de raíz y peso seco de plántula.

Para la variable longitud de raíz la dosis D2V ah sido mejor, la dosis D3V es mejor en cuanto a la variable peso seco de raíz, mientras que para el contenido de clorofila la mejor dosis ah sido D2V.

VI. LITERATURA CITADA

- Abad, B. M. 1993. Sustratos, caracterización y propiedades, curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almería, España.
- Ansorena, M. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización, ediciones Mundi–Prensa, España.
- Anónimo. 2005. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Blaine, M., W.J. Zimmerman, I. Crouch y J. van Staden. 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. pp. 267-307. *In*: Akatuska I. Introduction to applied phycology. SPB Academic Publishing BV, The Hague, the Netherlands.
- Bringas, G.L. 2004. Producción de Tomate en Climas Extremos. Revista Productores de Hortaliza. Agosto 2004. Editorial Richard Jones. México.
- Burgueño C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. Diapositivas 102- 104. Eh: memorias del 1er. Simposio Nacional de Técnicas Modernas en producción de tomate, papa y otras Solanáceas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Canales López Benito (1997). Las Algas en la Agricultura Orgánica. Ed. Consejo Editorial del Gobierno del Estado de Coahuila. 323 págs.
- Castellanos J. Z. 2003. (Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero INIFAP. Celaya, Guanajuato, México. Pp 1-3.
- Cedaf, 1993. Cultivo de tomate de mesa. Tomado de: <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/detalle.asp?Codigo=CU19>. Consultado 07 de diciembre 2011.
- Centeno G. E. 1986. El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y su mejoramiento genético. Monografía de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Díaz M, D. H. 2002. Fisiología de los árboles frutales. Editor AGT, S.A. México. D.F. 390p
- García, M. A. 1996. Algunos sustratos orgánicos, sus mezclas, caracterización y procedencia. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buena Vista Saltillo, Coahuila.

Hartman H. T. y D.E. Kester. 1988. Propagación de plantas. Principios y prácticas 2ª Ed. CECSA. México.

http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/148_leonor_ochoa.pdf. pp 60-61

Consultado 21 de mayo 2015

Hugo, A. R. C. 2012. Efecto de bacterias fijadoras de Nitrógeno y Halófilas en la promoción de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buena Vista Saltillo, Coahuila.

Jorge A. O. P. 2002. Evaluación de diversos sustratos y soluciones nutritivas en la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca Sativa* Var. Great Lakes). Tesis Licenciatura. UAAAN, Buena Vista, Saltillo, Coahuila.

Kass, D. 1998. Fertilidad de los suelos. 1era impresión. EUNED. San José, Costa Rica. 233.

León G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.

López G. J. 1991. La fertirrigación. Curso internacional sobre "Agrotecnia del Cultivo en Invernaderos". Editado por FIAPA. Pp 298. España.

Mantilla L. L. A. M. Zumaque O., L. E. 2007 "Bacterias fijadoras a simbióticas de nitrógeno de la zona agrícola de San Carlos. Córdoba, Colombia Rev. Colombia Biotecnol vol. IX (No. 2), pp. 6-14.

Martines Anguiano B. 1998. Efecto de veinte sustratos y fertilización NPK en la producción de planta de dos especies forestales en invernadero. Tesis M.C. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Moreno M. E. 1976. Manual para el analisis de semillas. Productora Nacional de Semilla (PRONASE) México. D.F. pp 72-73

Muños R.J.J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. P.26 En: J.J. Muñoz Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción Hortícola en invernadero. INCAPA. México.

Nuez F. 1995. El cultivo del tomate 6ª. Edición Mundi Prensa. Madrid España.

Osiel L. L. 2012. Efecto de derivados de algas marinas en el desarrollo y rendimiento del cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo distintos colores de acolchado plástico. Tesis Licenciatura. UAAAN, Buena Vista, Saltillo, Coahuila.

- Quinteros S. J. 1998. Invernadero: sistema Agrícola México.
- Richardson E. A., Simpson R. J. 2011, "Soil microorganisms mediating phosphorus availability", update on microbial phosphorus, plant physiology, vol. 156, pp 989 – 996.
- Sánchez L. A. 2000 Apuntes de la materia de Producción de Hortalizas de clima cálido. Maestro Investigador del Departamento de Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Sánchez Del C.F. 2001. Producción de hortalizas basadas en doseles escaleriformes. Sexto simposium internacional de fertirriego. Morelia, Michoacán.
- Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Naciones generales. Rejovot, Israel. P. 145
- Small, W.L. y E.R. Green. 1968. Biología. Editado en español por Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., México, vigésima segunda edición.
- Valadez L. A. 1997. Producción de Hortalizas 6ª Reimpresión Ed. LIMUSA. México, DF.
- Valadez L. A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial. Limusa. México
- Villa S. M.A. 1997. Producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea varitalica*) en cinco sustratos orgánicos, bajo condiciones de invernadero. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buena Vista Saltillo, Coahuila.
- www.siap.sagarpa.gob.mx Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio SAGARPA 2005. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Tomate.