

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**Evaluación de Diferentes Dosis de Fertilizante Soluble en la Producción de
Plántula de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.), var. Río Grande Bajo
Condiciones de Invernadero.**

POR

MAGNI DONALDO ROBLERO MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Febrero, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Diferentes Dosis de Fertilizante Soluble en la Producción
de Plántula de Tomate (*Solanum lycopersicum Mill.*), var. Río Grande Bajo
Condiciones de Invernadero.

POR

MAGNI DONALDO ROBLERO MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

A p r o b a d a

Dr. Jorge Raúl González Domínguez
Asesor Principal

Dra. Susana Gómez Martínez
Coasesor

Dr. Alfonso López Benítez
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Febrero, 2012

DEDICATORIA

A mis padres, en testimonio de gratitud ilimitada por su apoyo, aliento y estímulo, mismos que posibilitaron la conquista de esta meta, mi formación profesional.

Ezequiel Roblero Morales y Carmen Morales Morales

Les dedico este trabajo con amor y cariño, pues me dieron la vida y me alientan para seguir adelante. Por cuidarme y estar detrás de mí en cada tropiezo. Por su infinito amor, confianza y cariño que me tienen en cada instante de mi vida, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizaron para brindarme la oportunidad de estudiar y seguir adelante, porque me enseñaron que para lograr alguna meta, es primordial luchar en la vida; tienen todo mi amor y respeto por ser el mejor padre y la mejor madre y amiga, mi agradecimiento por darme la mejor de las herencias, una formación profesional, de la cual estaré agradecido toda mi vida. Los quiero mucho papás, que Dios los bendiga por siempre.

A mis hermanos Marisela Roblero Morales, Elmer Roblero Morales, Ainer Cleiver Roblero Morales, Oribel Roblero Morales, Bilyaner Anabeli Roblero Morales y Yubisela Roblero Morales, por su amistad y comprensión en cada uno de los momentos más importantes de mi vida, gracias por estar siempre conmigo y por brindarme su apoyo incondicional. Les dedico este trabajo con el más sincero aprecio, ya que gracias a su entrega incondicional se logró culminar esta meta. Muchas gracias.

A mi esposa Dora Carolina Hernández Grajales por compartir conmigo los momentos más felices, por apoyarme en aquellos momentos difíciles y por estar a mi lado siempre dándome consejos y por motivarme a seguir adelante. Gracias amor.

A mi hijo Julio Cesar Roblero Hernández porque él es la razón más grande de poder culminar mis estudios, por ser la dicha más grande que Dios me ha regalado.

A mis abuelitos que estén en donde estén, siempre estarán en mi corazón. Gracias por darme sus consejos, siempre los recordaré.

A mis sobrinos, César, Jacqueline, Evelin Diana, Vanesa, Jimena, los cuales nos regalan cada día su ternura, además por ofrecer a mi madre la

alegría de ver la vida de una manera más maravillosa y agradable en todo lo que ellos realizan.

A mis tíos, Jeu, Bonifacio y Ciro por brindarme su valiosa amistad y cariño por apoyarme en cada una de mis actividades y en la toma de decisiones que realizó en mi vida. Muchas gracias por todo. Que Dios los bendiga por siempre.

A mis suegros Daniel Hernández Solís y Victoria Grajales Ruiz mi otra gran familia, la cual me abrió las puertas de su casa, por su gran confianza depositada en mi persona, por su apoyo incondicional en mi desarrollo personal y profesional. Muchas gracias por todo.

A mis cuñados Julián Hernández Grajales y Diana Kristal Coutiño Hernández, por su amistad y comprensión, por compartir con nosotros aquellos momentos de felicidad, les agradezco por su apoyo incondicional.

A todos aquellos que hicieron posible este logro tan grande, gracias por su motivación y por darnos siempre la esperanza de salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por ser quien guía mi camino, por ser mi compañero y amigo, porque solo él sabe de mis triunfos y derrotas, es el que me levanta y me da las fuerzas cada día, por ser quien nos bendice a cada momento de nuestra vida, por llenarnos de amor, por brindarnos lo mejor y darnos la dicha de estar junto a nuestros seres queridos, por permitirme terminar mi carrera, además por ayudarme a siempre tener fé en todo lo que realizo. Gracias DIOS.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), nuestra gran casa de estudios, mi Alma Mater, por haber sembrado en mi la semilla del éxito; a la que debo todo esto y estoy agradecido infinitamente por formarme en sus aulas, y la cual permitió mi formación profesional y personal, para de esta manera servirle al campo mexicano.

Al Dr. Jorge R. González Domínguez por darme la oportunidad de trabajar en sus proyectos de investigación, por sus conocimientos otorgados como profesor, por su confianza y el conocimiento brindado durante el desarrollo de esta tesis.

Dra. Susana Gómez Martínez por su valiosa participación en el proyecto de investigación, por el gran apoyo otorgado en las distintas actividades que se realizaron en campo y laboratorio. Muchas gracias por todo.

Dr. Alfonso López Benítez por su participación en el presente trabajo y apoyo en la redacción de dicho documento. Gracias por su aportación y conocimientos otorgados.

Dr. Víctor M. Zamora Villa, por brindarme su amistad y por sus aportaciones realizadas en el presente documento, sobre todo en el análisis estadístico.

A todos los maestros que me impartieron clases y que formaron parte de mi desarrollo profesional, gracias por brindarnos sus conocimientos, en especial a los maestros del Departamento de Fitomejoramiento.

A todos mis compañeros de generación que se portaron de maravilla y que día a día estuvimos más unidos.

En especial a Roni Madain, Leodan Hernández, Sergio Vicente, Antolín López, Luis Enrique, Ángel Enrique Caamal, Osiel Loera, Nehemías Vázquez, Marco Antonio, Memo Hernández, Carlos Eduardo, Guadalupe Yunuen, Pedro Antonio, José Luis, Iris Atenea, Mónica, Yesenia, Edith.

RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas más importantes no solo para México sino para una gran parte del mundo, es el segundo producto de consumo en el mundo que junto con la papa aportan el 50% de la producción mundial de hortalizas. La superficie mundial sembrada es de 2.85 millones de hectáreas, con un rendimiento de 77.5 millones de toneladas. Aunque se cultiva en 27 estados de la república Mexicana solo cinco concentran en promedio 74.2% de la producción, destacándose Sinaloa, Jalisco y Nayarit. Sin embargo, anualmente se tienen grandes pérdidas de cosecha debido principalmente a fenómenos meteorológicos perjudiciales.

Por lo antes mencionado, ha surgido la necesidad de cumplir con una constancia en oferta y calidad en la producción de plántulas de tomate, la razón se basa en que la obtención de plántulas sanas y vigorosas provienen de un almácigo donde encuentran las condiciones fisicoquímicas y nutrientes necesarias para su desarrollo, que garantice la obtención de una producción significativa. El presente trabajo, consideró evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilizantes en la producción de plántulas de tomate variedad Río Grande tratada con la fórmula química 9-45-15 en diferentes concentraciones para

cinco dosis los cuales fueron: dosis uno (0) dosis dos, tres, cuatro y cinco (1.75, 3.50, 5.25 y 7.0 gr/litro) para conocer que dosis son los mejores para lograr una buena producción de plántulas. Para obtener la respuesta anterior se realizó el experimento, bajo un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones considerando una plántula como unidad experimental.

Se midieron las variables cuantitativas, altura de plántula, diámetro de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, peso fresco foliar, peso seco foliar. Las dos primeras variables fueron registradas en cuatro fechas con intervalo de una semana. Los datos de las cuatro fechas se utilizaron para el análisis de la información como un experimento en parcelas divididas con las fechas, siendo las parcelas principales y las dosis las sub parcelas. Los resultados obtenidos para estos parámetros mostraron que la mejor dosis para la producción de plántulas fue la guía general que es la dosis tres por promover en la mayoría de los casos un incremento y desarrollo normal de las plantas.

Cuando se usa sustrato comercial para la producción de plántulas de tomate para transplante es indispensable aplicar fertilizante ya que los sustratos carecen de nutrientes y afectan el desarrollo de las plantas por lo cual la aplicación de fertilizante debe de iniciarse en el momento de la siembra ya que el retraso en esta práctica ocasiona plántulas de poco crecimiento con síntomas de desnutrición.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum Mill*, fertilizante foliar, plántulas, raíz

ÍNDICE GENERAL

	<i>Página</i>
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Origen e Historia.....	5
Clasificación Taxonómica.....	7
Morfología de la Planta de Tomate.....	7
Planta.....	7
Raíz.....	8
Tallo.....	8
Hojas.....	8
Flor.....	9
Fruto.....	9
Requerimientos Climáticos.....	10
Temperaturas.....	10

Iluminación.....	11
Humedad Relativa.....	12
Requerimientos Edáficos.....	12
Fertilización Foliar.....	13
Antecedentes.....	13
Vías de Absorción Foliar.....	14
Respuesta a la Fertilización Foliar.....	15
Sustrato.....	15
Propiedad de los Sustratos.....	17
Peat moss (turba).....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Sitio Experimental.....	19
Materiales Utilizados.....	20
Metodología.....	20
Prueba de Germinación.....	20
Siembra en Invernadero.....	21
Preparación de las Charolas.....	21
Preparación del Sustrato.....	21
Siembra.....	22
Riegos y Fertilización.....	22
Variables Evaluadas.....	22
Días a Emergencia.....	22
Porcentaje de Emergencia.....	23
Altura de Plántula.....	23
Diámetro de Tallo.....	23
Peso Fresco de Raíz.....	23
Peso Seco de Raíz.....	24

Peso Fresco Foliar.....	24
Peso Seco Foliar.....	24
Análisis Estadístico.....	24
Segundo Experimento.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Altura de Planta.....	26
Diámetro del Tallo.....	32
Peso de Biomasa Aérea.....	39
Peso de Biomasa Radicular.....	41
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA.....	45
Citas en Internet.....	48
APÉNDICE.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
4.1	Comparación de medias para altura (cm) de planta de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante UAAAN 2011.	26
4.2	Análisis de varianza para altura de planta de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante y cuatro fechas. UAAAN 2011.	28
4.3	Comparación de medias para altura de planta de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011.	29
4.4	Comparación de medias para altura (cm) de planta de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante UAAAN 2011.	32
4.5	Comparación de medias para diámetro del tallo (mm) de plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande en cinco dosis de fertilizante, dentro de cuatro fechas. UAAAN 2011.	33
4.6	Análisis de varianza para diámetro del tallo de plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas con cinco dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	34
4.7	Comparación de medias para el diámetro del tallo de las plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011	35
4.8	Comparación de medias para el diámetro del tallo de las plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante. UAAAN 2011.	38

4.9	Análisis de varianza para peso fresco aéreo de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	39
4.10	Comparación de medias de peso fresco aéreo de planta de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	40
4.11	Análisis de varianza para peso seco aéreo de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	40
4.12	Comparación de medias de peso seco aéreo de planta de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	41
4.13	Análisis de varianza para peso fresco en raíz de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011	41
4.14	Comparación de medias de peso fresco en raíz de planta de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	42
4.15	Análisis de varianza para peso seco en raíz de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	42
4.16	Comparación de medias de peso seco en raíz de planta de tomate Var. Río Grande (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1	Respuesta de la altura del tallo de plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante. UAAAN 2011.	30
4.2	Respuesta de la altura del tallo de plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011.	30
4.3	Respuesta del diámetro del tallo de plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante. UAAAN 2011.	37
4.4	Respuesta del diámetro del tallo de plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011.	37

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) es el segundo producto de consumo en el mundo que junto con la papa aportan el 50 por ciento de la producción mundial de hortalizas (Servicio de Información Agroalimentaria Pesquera. SIAP, 2010). El tomate es una de las hortalizas más importantes no solo a nivel nacional sino a nivel internacional debido a la gran cantidad de divisas que genera a los países que lo cultivan y lo exportan. La superficie mundial sembrada es de 2.85 millones de hectáreas, con un rendimiento de 77.5 millones de toneladas. En Estados Unidos en los estados de Florida y California se siembran 200,000 hectáreas.

En México, en el 2010, se sembraron 54,510 hectáreas, la superficie cosechada fue de 52,088.59 hectáreas, con un rendimiento de 43.73 t/ha; en sus diferentes tipos; con una producción de 2, 277, 791 toneladas (SIAP, 2010). Por la superficie que se siembra, el tomate es una de las hortalizas de mayor importancia económica en México, así como por la generación de divisas por venta en el comercio exterior (SNIEG, 2009). En lo social, que se mide por la cantidad de empleos generados durante el cultivo y comercialización, esta hortaliza también es importante. Es por ello, que el tomate se cultiva en toda la República Mexicana (SIACON, 2010).

Aunque se cultiva en 27 estados de la República Mexicana solo cinco concentran en promedio 74.2% de la producción, destacándose Sinaloa, Jalisco y Nayarit (SAGARPA, 2010). Sin embargo anualmente se tienen grandes pérdidas de cosecha debido principalmente a fenómenos meteorológicos perjudiciales. Por lo antes mencionado, ha surgido la necesidad de cumplir con una constancia en oferta y calidad en la producción de plántulas de tomate, que se desarrolle al grado de convertirla en una especialidad. La razón se basa en que la obtención de plántulas sanas y vigorosas provienen de un almácigo donde encuentran las condiciones fisicoquímicas y nutrientes necesarios para su desarrollo, que garantice la obtención de una producción significativa, por lo que la generación de tecnología para su elaboración es un requerimiento necesario (Guzmán, 2003). Para el desarrollo y crecimiento de plántulas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula (Hartmann y Kester, 2002).

El sector agrícola se ve obligado a realizar esfuerzos, para encontrar la mejor solución a problemas relativos a la producción, rendimiento, precocidad, nutrición, comercialización, ahorro de mano de obra y energía, etc. Esto puede lograrse con la aplicación de técnicas que proporcionen a la planta condiciones adecuadas para su crecimiento y desarrollo, repercutiendo en un mayor rendimiento y calidad de fruto.

En el mundo se ha ido imponiendo el trasplante de plántulas con cepellón producidas en distintos tipos de contenedores o bandejas. Esta técnica permite incrementar la densidad de plántulas, ya que mejora la relación semillas utilizadas: plántulas obtenidas, consiguiendo ahorros de tiempo y espacio en el semillero. De esta manera, la producción de plántulas hortícolas se ha convertido en una empresa a gran escala, altamente calificada y de crecimiento económico importante (Fernández, 1997; Rodríguez, 1995). Sin embargo, Norman (1993), señala que, como contra partida, estas plántulas requieren cuidados culturales más intensos ya que las condiciones de crecimiento de las raíces son alteradas en relación con el suelo debido a que:

- El pequeño volumen del recipiente limita la expansión de las raíces, ocasionando elevadas densidades de la misma y, como consecuencia, puede favorecer una deficiencia de oxígeno.
- Las paredes del recipiente no permiten el contacto de la planta con fuentes naturales de agua, causando su dependencia del riego.
- La alta frecuencia del riego provoca el lavado de los nutrientes disponibles.
- Cuanto menor es la altura del recipiente mayor es la dificultad para el drenaje.
- Estos problemas pueden ser controlados con una correcta selección de los materiales a ser utilizados como medio de cultivo o sustrato hortícola.

Bowen y Kratky (1981), expresaron que en muchos países había ganado popularidad el empleo del trasplante con cepellones, capaces de crear condiciones favorables a las plantas durante su establecimiento y de impedir los efectos del estrés, con lo cual se reducen las pérdidas de población y se garantiza la densidad deseada, siendo esta la principal ventaja que posee dicho sistema, a la vez que permiten ahorros de agua y semillas, con un mejor y más fácil control de malezas. En el norte de Estados Unidos y Canadá se desarrollaron desde mediados del siglo veinte, guías técnicas para la fertilización en la producción de plántulas de tomate para producción en invernadero. La creciente utilización de instalaciones tipo viveros, malla sombras e invernaderos en Coahuila, para la producción comercial de tomate es deseable la evolución de dichas guías técnicas para fundamentar su utilización como tales al ajuste de los mismos.

Objetivo

Determinar el efecto de diferentes dosis de fertilizantes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum Mill*) var. Río Grande bajo condiciones de invernadero.

Hipótesis

Los tratamientos con diferentes dosis de fertilizantes foliares son igual que el testigo.

Al menos uno de los tratamientos con diferentes dosis de fertilizantes foliares es mejor que el testigo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia

El tomate (*Solanum lycopersicum Mill*), miembro de la familia de las solanáceas, es una planta nativa de América Tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

La gran diversidad varietal encontrada en la zona mexicana de Veracruz y Puebla llevó a Jenkins a considerar a México como el centro de origen del tomate cultivado de frutos grandes. El término tomate fue utilizado desde 1695 por los viajeros botánicos, quienes tomaron las palabras xitomate – xito-mate, con los que los aztecas designaban a esta planta. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate (Valadez, 1997).

La evidencia histórica favorece a México como el centro de origen, ya que su uso de manera doméstica tiene bastante antigüedad y sus frutos ya eran conocidos y empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México antes de la llegada de los españoles (León, 1980). En Europa, el cultivo del tomate se calcula su inició en Italia hacia 1560,

y fue en ese país donde se realizaron los primeros trabajos de mejoramiento en la utilización del tomate, como planta de interés agrícola, es relativamente reciente, cultivándose escasamente como tal producto agrícola hacia 1800.

El tomate mexicano fue enviado a España en el siglo XVI, donde se utilizó de la forma indígena para sazonar y condimentar platillos especialmente para carnes. De ahí fue a Italia donde se adicionó a los macarrones chinos, que constituían ya el principal platillo italiano. En el siglo XVIII, el tomate Mexicano era conocido y consumido en todo el mundo, aclimatándose a casi todos los países. Para el siglo XIX, llegó a ser el artículo de consumo necesario en todas partes.

En la actualidad, el tomate se consume fresco como ingrediente preferido de las ensaladas, en forma de jugo, deshidratado, para sopas, en conservas al natural, pasta salsa, extracto tamizado y condimentos (Ketchup), frutos verdes en vinagre (Pikles) y mermeladas (Nuez, 2001).

Clasificación Taxonómica

Reino..... *Metaphyta*

División..... *Magnoliophyta*

Clase..... *Magnoliopsida*

Orden.....*Solanales*

Familia..... *Solanaceae*

Género..... *Solanum*

Especie.....*lycopersicum Mill.*

Morfología de la Planta del Tomate

Planta

Planta de 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 determinadas (tallos que al llegar a cierto número de ramilletes detienen su crecimiento) e indeterminadas que poseen tallos que no detienen su crecimiento (Hernández, 2008).

Raíz

El sistema radicular del tomate consta de una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias. En los primeros 20 cm de la capa del suelo se concentra el 70 % de la biomasa radical (Chamarro, 1995).

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 (Nuez, 2001). Es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos, por lo que es importante vigilar su vigor y sanidad. Puede ser de crecimiento determinado o indeterminado.

Hojas

Las hojas son alternas, sencillas, pecioladas, de limbo muy hendido, parecen compuestas sin serlo, de folíolos lobulados, ovales y acuminadas, con bordes dentados, de color verde intenso en el haz y verde claro en el envés, al igual que el tallo, también están recubiertas de pelos glandulares. Normalmente aparecen tres hojas por simpodio, es decir entre ramilletes. 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 entutorado, quede simétricamente establecido y además para que no interfiera con las labores culturales del cultivo (Gaona, 2005).

Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuesto de forma helicoidal, 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 inflorescencia de tipo racimoso (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 dos a tres hojas en las axilas.

Fruto

Es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g, de acuerdo a la variedad y las condiciones del cultivo. El fruto está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión. La separación del fruto en la recolección puede realizarse por una zona de abscisión o por la zona peduncular de unión del fruto (Nuez, 2001).

Requerimientos Climáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, debido a que todos se encuentran estrechamente relacionados. Durante el desarrollo de la planta, la temperatura juega un papel importante, ya que el frío, durante las primeras etapas de crecimiento, puede estimular a las plantas a producir más yemas tanto vegetativas como de floración.

Temperaturas

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20-30 °C durante el día y entre el 10 y 17 °C durante la noche. Temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular.

Los rangos de temperaturas necesarios para un buen desarrollo, crecimiento y producción de tomate en cada una de las etapas del ciclo vegetativo según Verkerk, 1975 y Went, 1957; citados por Nuez, 2001, son los siguientes:

Temperaturas críticas	Temperaturas del suelo	Germinación	Floración	Maduración
Punto de congelación: -2°C	Mínima: 12°C	Mínima: 10°C	Día: 23 a 26°C	Optima: 15 a 22°C
Crecimiento cero: 10 a 12 °C	Optima: 20 a 24°C	Optima: 25 a 30°C	Noche: 15 a 18°C	
Mínima para desarrollo: 15 a 17°C	Máxima: 34°C	Máxima: 35°C		
Crecimiento óptimo: 20 a 30°C				
Máxima para desarrollo: 30°C				

Iluminación

La energía solar radiante es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de las plantas. La luz actúa sobre el crecimiento y el desarrollo 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 10000 y 15000 lux (Salomón, 2007).

El tomate es un cultivo sensible al fotoperíodo, requiere de entre 8 y 16 hr luz. Poca iluminación reduce la fotosíntesis neta e implica mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción (Nuez, 2001).

Humedad Relativa

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 generan un mayor desarrollo de enfermedades fungosas. Por el contrario sí la HR es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los problemas del mal cuaje. Cada especie tiene una humedad ambiental para desarrollarse en perfectas condiciones. El rango óptimo para el tomate se encuentra entre el 70 y 80 %, aún con temperaturas nocturnas de 13 °C. Valores superiores al 90 % favorecen al desarrollo de enfermedades, especialmente botrytis (Nuez, 2001).

Requerimientos Edáficos

El tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en los suelos pesados (arcillosos), pero los más adecuados para un buen desarrollo son los arenoso y limo-arenosos con buen drenaje (Paneque, 1998). En el caso del pH del 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), se recomiendan calizas o ácidas si está por debajo o por encima del rango óptimo. El tomate se clasifica como medianamente tolerante a la salinidad de 6400 ppm.

Fertilización Foliar

Antecedentes

La fertilización foliar es una práctica agronómica de simple aplicación, y es una forma en que se puede proporcionar nutrientes a las plantas. La fertilización foliar es eficiente para corregir desordenes nutrimentales y lograr un adecuado nivel nutricional de las plantas. La cantidad de nutrimentos requeridos vía follaje es menor que cuando se aplica vía edáfica; así al utilizar menor cantidad de fertilizantes, se reduce el riesgo de contaminación ambiental por nitratos y otros agroquímicos (ANKOR LTDA, 2010). La aplicación se recomienda en etapas fenológicas cercanas a la floración que es cuando los cultivos presentan un incremento en la actividad metabólica, incluyendo la absorción de nutrimentos y aunada la fertilización edáfica puede incrementar la producción y calidad de los cultivos a pesar de la desventaja que pudiera representar su costo de aplicación.

A mediados del siglo pasado se asentaron las bases científicas de la nutrición foliar cuando se logró corregir una clorosis por medio de aspersiones de sales de hierro al follaje de ciertas plantas. Desde entonces se comprobó que la fertilización foliar es un método que proporciona una rápida y eficaz asimilación de los nutrientes, por lo que es posible corregir una deficiencia observada de poco tiempo.

Vías de Absorción Foliar

Para que un nutriente aplicado por vía foliar se ponga en contacto con el protoplasma de la célula, primeramente debe atravesar la cutícula de las hojas y posteriormente las paredes de la membrana plasmática.

Los estomas son otra vía de absorción y se encuentran en mayor número en el envés de las hojas, en general la absorción inicial es rápida, lo que explica la respuesta de los cultivos a las aspersiones de nutrientes por vía foliar (Andrade, 2002).

Barone (2010) menciona que en el momento de la aplicación se deben tener las siguientes condiciones: no haber rocío, no presencia de altas temperaturas, los estomas deben de estar abiertos ya que de lo contrario no puede absorber el producto, la planta no debe estar estresada, requiere de 24 horas para su completa aplicación, por lo que lluvias en el tiempo de aplicación podría llegar a ser perjudicial.

Melgar (2005) menciona que los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los mecanismos que suceden en la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta, así como la movilidad de los distintos nutrientes no es la misma a través del floema.

La fertilización foliar debe considerarse una técnica complementaria de un programa de fertilización, utilizándola en períodos críticos de crecimiento, en momentos de demanda específica de algún nutriente, o en casos de condiciones adversas del suelo que perjudican la nutrición de las plantas.

Respuesta a la Fertilización Foliar

Varios son los elementos a medir o estudiar luego de una fertilización foliar, el efecto más notable de la fertilización está representado por un incremento de la producción de materia seca, en cultivos extensivos se ve reflejado en: tamaño de la hoja y consistencia (grosor de las hojas), diámetro de los tallos, el color de la pigmentación de la planta y el desarrollo radicular y se manifiesta en un incremento de la producción.

Es importante destacar que la cantidad de producto pulverizado en una aplicación de fertilizantes foliar la planta aprovecha el 95 % de la cantidad, mientras que en una aplicación terrestre la planta no llega a aprovechar ni el 20 % de la cantidad aplicada, esto se debe exclusivamente a la vía de nutrición de la planta la foliar (Guerrero, 1990).

Sustrato

El cultivo del tomate requiere de ciertas condiciones y medios para llevarse a cabo y lograr un incremento en la producción. Uno de los principales factores que determinan el éxito es el sustrato o medio de crecimiento (Cabrera, 1999; Howard, 1998.). La caracterización de las propiedades físicas y químicas

de los sustratos o medios de crecimiento es crucial para su uso efectivo y en gran medida condiciona el potencial productivo de las plantas, pues constituyen el medio en que se desarrollan las raíces las cuales tienen gran influencia en el crecimiento y desarrollo de estas (Unver *et al.*, 1998; Brucker, 1997; Lemaire, 1997).

El termino sustrato o substrato se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical desempeñando un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Abad y Noruega, 2000).

En la revolución tecnológica y modernización de la actividad agrícola los sustratos tienen un papel fundamental en los invernaderos frutícolas, hortícolas, ornamentales y forestales (Pastor, 2000). Los sustratos son una base para mejorar diversas composiciones de una región en particular, esperando con ello mejorar la producción y reducción de costos (Ocampo *et al.*, 2005). Por otra parte, se ha destacado el papel importante que juegan los sustratos comerciales en la producción de plántulas de tomate, así como en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La selección ideal para un cultivo permite optimizar la producción en los invernaderos y evitar el agotamiento del suelo, cuando este ha sido el principal

sustrato empleado. La mayor parte de la investigación sobre sustratos como medio de crecimiento se ha desarrollado en especies ornamentales, y entre los más utilizados se encuentran la turba, tierra de monte, arena de río, perlita, vermiculita, agrolita y compostas, entre otros, pero desde el punto de vista agrícola deben de generarse tecnologías propias a las condiciones de cada región y que sean factibles de llevarse a la práctica por los productores (Sánchez, 1983).

Propiedad de los Sustratos

El sustrato o medio de crecimiento, es otro componente que tienen la función de proporcionar las condiciones para que las plantas se sostengan, absorban el agua y los nutrimentos, impidan el paso de la luz hacia el sistema radical y permitan el intercambio de gases con las raíces (Baca y Lara, 2001).

El sustrato adecuado al cultivo, es aquel capaz de retener un volumen suficiente de agua y aire, nutrimentos en forma disponible para la planta; asimismo, debe ser bien drenado y permitir el rápido lavado del exceso de sales que se acumulan en el sustrato y que daña a las plantas (Avidan *et al.*, 2004).

Peat Moss (turba)

Las turbas son material de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen, se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia

orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en el cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variables en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3.5 y 8.5. Se emplean en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros (Fernández *et al.*, 1998).

Ballesteros (1992), señala que este material es de color oscuro con un pH neutro o moderadamente ácido una estructura fuerte y descompuesta, baja porosidad, reducida capacidad de retención de humedad y riqueza en nutrientes.

Cadahia (1998), menciona que se encuentra una gran variabilidad en las propiedades físico-químicas de las diferentes turbas existentes dentro del mercado, esto debido a la composición botánica y las condiciones que interviene en el proceso de descomposición.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

El experimento se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista al sur de la Ciudad de Saltillo Coahuila, entre las coordenadas geográficas 25°22' y 25°21' de latitud norte y los meridianos 101°01' y 101°03' de longitud oeste; con una altura de 1743 msnm. El experimento se llevó a cabo en el invernadero No. 8 el cual consta de las siguientes características: es un invernadero tipo túnel; la cubierta que tiene es de láminas de canales mediano de acrílico laminado plástico reforzado con fibra de vidrio de un espesor de 1mm del tipo 112, luminosidad de 80 a 85 %, cuando está nueva, actualmente permite el paso solamente del 50 % de luz.

El clima predominante de esta región de acuerdo a la clasificación de Koopen modificado por García (1986), corresponde a un clima seco, semi-seco, templado con lluvias escasas todo el año, las lluvias se presentan principalmente en verano con temperaturas extremas. La temperatura media anual es de 19.8°C. La precipitación promedio anual es de 298.5 mm. El mes más lluvioso es junio y el más seco es marzo.

Materiales Utilizados

- ❖ Diez charolas de unicel (poliestireno) de 200 cavidades con 25 cm³ en cada cavidad.
- ❖ Se utilizó semilla de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) var. Rio Grande.
- ❖ Sustrato peat moss (turba)
- ❖ Cajas petri
- ❖ Regla para medir
- ❖ Vernier
- ❖ Balanza analítica
- ❖ Estufa de secado

Metodología

Para llevar a cabo el experimento se realizaron las siguientes actividades: se desinfectaron las charolas con agua y cloro. Una vez esterilizadas las charolas se procedió a preparar el sustrato para realizar las mezclas correspondientes a cada tratamiento. Posteriormente teniendo la cantidad adecuada de los diferentes sustratos para cada tratamiento, estos se mezclaron, homogenizaron, humedecieron y se colocaron en las charolas de 200 cavidades.

Prueba de Germinación

La etiqueta del envase que contenía la semilla, presentaba un porcentaje de germinación de 85%. Sin embargo, se consideró conveniente tener información reciente. Se realizó una prueba de germinación estándar, el 26 de mayo del 2011 en una germinadora marca Seed buro en el almacén de

pastos. La prueba de germinación se realizó con cuatro repeticiones utilizando cuatro cajas petri con 100 semillas y papel filtro como sustrato. Se colocaron en una germinadora donde permaneció por un período de 14 días, se proporcionó humedad cada dos días. Se realizaron dos conteos a los 5 días y el segundo a los 14 días, el porcentaje de germinación al final de la prueba fue de 98 %, por lo que nos asegura de que se utilizó una semilla de muy buena calidad.

Siembra en Invernadero

Preparación de las Charolas

Antes de la siembra, las charolas se desinfectaron con cloro disuelto en agua, se sumergieron durante cinco minutos en la solución.

Preparación del Sustrato

Para preparar las proporciones del sustrato en base a volumen, se remoja el sustrato hasta que la humedad sea homogénea, para que favorezca la germinación uniforme de la semilla. Las charolas se llenan, se compactan y se coloca las semillas hasta completar el llenado. Debe cuidarse que la semilla quede en el centro de la celda a una profundidad del doble de su tamaño, para que no tenga problemas de germinación. Posteriormente se colocaron las charolas sobre las camas en el invernadero y se les dio un riego de asiento, el cual hace que el sustrato se pegue completamente con la semilla para eficientar su germinación.

Siembra

Las charolas se prepararon para la siembra de la semilla haciendo un hoyo de aproximadamente 1 cm de profundidad. Las charolas fueron etiquetadas poniendo la información pertinente como variedad utilizada, tratamiento, etc. La siembra se realizó manualmente en el mes de marzo del 2011, colocando dos semillas por cavidad. Después fueron estivadas y se dejaron en el interior de la bodega por una noche y al siguiente día se pusieron en una cama del invernadero dándole un riego ligero para que se compactara el sustrato con la semilla.

Riegos y Fertilización

La atención de riegos en el invernadero fue diaria, cuando se obtuvo 50% de emergencia se inició la fertilización. Para la fertilización se utilizó la fórmula química 9-45-15 la aplicación del fertilizante fue cada ocho días (una vez a la semana, aplicando los días sábados).

Variables Evaluadas

Días a Emergencia

Los días a emergencia se tomaron a partir de las primeras plantas emergidas con un conteo continuo hasta complementar el 50 % de la emergencia.

Porcentaje de Emergencia

Esta variable se tomó hasta la última toma de datos de todos los tratamientos para tomar en cuenta todas las plantas emergidas.

Altura de Plántula

A partir de de que hubiera más del 50 % de emergencia de las plantas, se tomaron cinco plantas de cada tratamiento y se midió la altura con una regla a desde la base del tallo hasta el ápice. Esta variable se midió en cuatro ocasiones.

Diámetro de Tallo

Este parámetro se evaluó tomando cinco plantas de cada tratamiento, y con un vernier se midió el diámetro de la parte basal del tallo. Se llevaron a cabo cuatro tomas de datos de esta variable.

Peso Fresco de Raíz

Esta variable se midió en cinco plantas de cada unidad experimental se corto el tallo en el cuello de la raíz y se pesaron en una balanza analítica, el resultado se expresó en gramos.

Peso Seco de Raíz

Las cinco plantas que se les determinó el peso fresco de raíz, se metieron en bolsas de papel estraza con perforaciones en un horno de secado durante 24 horas a una temperatura de 65 °C, posteriormente se pesaron en una balanza analítica expresada en gramos.

Peso Fresco Foliar

El peso fresco se obtuvo de cinco plantas de cada tratamiento y pesaron en una balanza analítica, el resultado es expresado en gramos.

Peso Seco Foliar

Una vez obtenido el peso fresco del tallo se dejó en un horno de secado por un período de tiempo de 24 horas a una temperatura de 65 °C, posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos en cada una de las fechas de mediciones fueron analizados como un experimento con distribución de las dosis de fertilizante completamente al azar y las comparaciones de medias se hicieron mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS). El análisis estadístico de la información generada para las variables altura de planta y diámetro del tallo,

con las distintas dosis de fertilización y las cuatro fechas de mediciones, se manejo con un arreglo factorial de los tratamientos usando parcelas divididas. Las fechas se consideraron las parcelas grandes y las dosis de fertilizante las sub parcelas. Las comparaciones de medias para fechas, dosis, dos medias de dosis dentro de una fecha, o dos medias de fecha dentro de una dosis, se hicieron mediante DMS aplicando las formulas indicadas en cada caso (Steel y Torrie, 1960).

Segundo Experimento

Para el segundo experimento se utilizaron cinco charolas de poliuretano de la misma forma que el primer experimento, la diferencia fue que en el segundo los tratamientos se aplicaron desde el momento de la siembra, aplicándolo cada ocho días y con las concentraciones correspondientes a cada unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de Planta

Los análisis de varianza para altura de plántula se presentan en los Cuadros A1, A2, A3 y A4 del apéndice. En las cuatro fechas que fue medida la altura de las plantas, el análisis indicó diferencias altamente significativas entre niveles de fertilizantes. Las comparaciones de medias se presentan en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1 Comparación de medias para altura (cm) de planta de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante UAAAN 2011.

Fechas							
1		2		3		4	
D5	2.80 a	D5	4.28 a	D5	6.34 a	D5	10.50 a
D2	2.64 ab	D3	3.68 ab	D3	5.42 ab	D3	9.62 ab
D3	2.60 ab	D2	3.36 ab	D4	4.84 ab	D4	9.50 ab
D4	1.84 bc	D4	3.16 b	D2	4.12 b	D2	6.72 b
D1	1.28 c	D1	1.60 c	D1	1.86 c	D1	2.36 c

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

Con excepción de la primera fecha, el tratamiento testigo fue inferior y estadísticamente diferente a todos los tratamientos de fertilizantes, por lo que

nos indica que fertilizar es indispensable. Los datos indican que para la variedad utilizada y la localidad de estudio la guía general de fertilización (dosis tres) es lo más indicado ya que las dosis cuatro y cinco no fueron superiores estadísticamente a la dosis tres.

La dosis tres utilizada como guía general de fertilización se mantuvo en todas las fechas dentro del primer grupo de medias. La dosis cinco que consistió en una cantidad del doble de fertilizante con respecto a la cantidad de la dosis tres, tuvo el promedio más alto para altura de planta en todas las fechas pero nunca fue superior estadísticamente a la dosis tres.

Se observa que la diferencia en altura de planta entre el testigo y la dosis inmediata superior se hizo mayor con cada fecha de registro de la variable. En la primera fecha la diferencia fue de 43.7%; para las fechas dos, tres y cuatro las diferencias fueron de 97.5%, 121.5% y 184.7%, respectivamente. Estos porcentajes son en relación con el testigo donde el incremento del tamaño es menor que el de los niveles con dosis de fertilización, lo que nos indica que en cada fecha se hace más notable la asimilación de nutrientes y por ello es necesario aplicar desde la siembra. Con el propósito de conocer la interacción entre fechas de registro de la variable y dosis de fertilización se realizó el análisis de varianza como un experimento factorial de parcelas divididas en el tiempo el cual se presenta en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Análisis de varianza para altura de planta de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante y cuatro fechas. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Fechas	3	431.7108	143.9036	109.6492**
Error a	16	20.9976	1.3124	
Dosis	4	209.4774	52.3694	21.6635**
Fecha x Dosis	12	97.3322	8.1110	3.3553**
Error b	64	154.7144	2.4174	
Total	99			
CV 30.55%				
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Los resultados del análisis indican diferencias significativas para fechas, para dosis de fertilizante y para la interacción de fechas por dosis. La naturaleza significativa de la interacción, obliga a comparar las medias para las dosis de fertilizantes dentro de cada fecha. Las comparaciones de medias para las dosis de fertilizantes se presentan en el Cuadro 4.3.

En la primera fecha el fertilizante en ninguna dosis incrementó en forma significativa la altura de planta sobre el testigo. La diferencia con respecto a la primera comparación de medias para solo la fecha uno, se explicaría que al involucrar toda la información habrá más variabilidad y se requieren diferencias más amplias entre medias para que resulten significativas.

Cuadro 4.3 Comparación de medias para altura de planta de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011.

		Fechas					
		1	2	3	4		
D5	2.80 a	D5	4.28 a	D5	6.34 a	D5	10.50 a
D2	2.64 a	D3	3.68 a	D3	5.42 ab	D3	9.62 a
D3	2.60 a	D2	3.36 ab	D4	4.84 ab	D4	9.50 a
D4	1.84 a	D4	3.16 ab	D2	4.12 b	D2	6.72 b
D1	1.28 a	D1	1.60 b	D1	1.86 c	D1	2.36 c

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

Al confrontar las dos comparaciones de medias para la segunda fecha se observa que la altura de planta del testigo empieza a separarse de las medias de las dosis que contienen nutrientes. Con respecto a la fecha tres en ambos casos se formaron los mismos grupos de medias y se observa que se empiezan a manifestar diferencias significativas entre niveles conteniendo nutrientes como es el caso de las dosis dos y cinco. En las fechas tres y cuatro, el primer grupo de medias estuvo formado por las tres dosis con mayor cantidad de fertilizante. En la fecha cuatro la tendencia a separarse estadísticamente los valores entre los niveles que contienen fertilizante, se acentúa estableciéndose más claramente la falta de paralelismo en las líneas de respuesta, característico de la interacción como puede verse en las Figuras 4.1 y 4.2.

Figura 4.1 Respuesta de la altura de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante. UAAAN 2011.

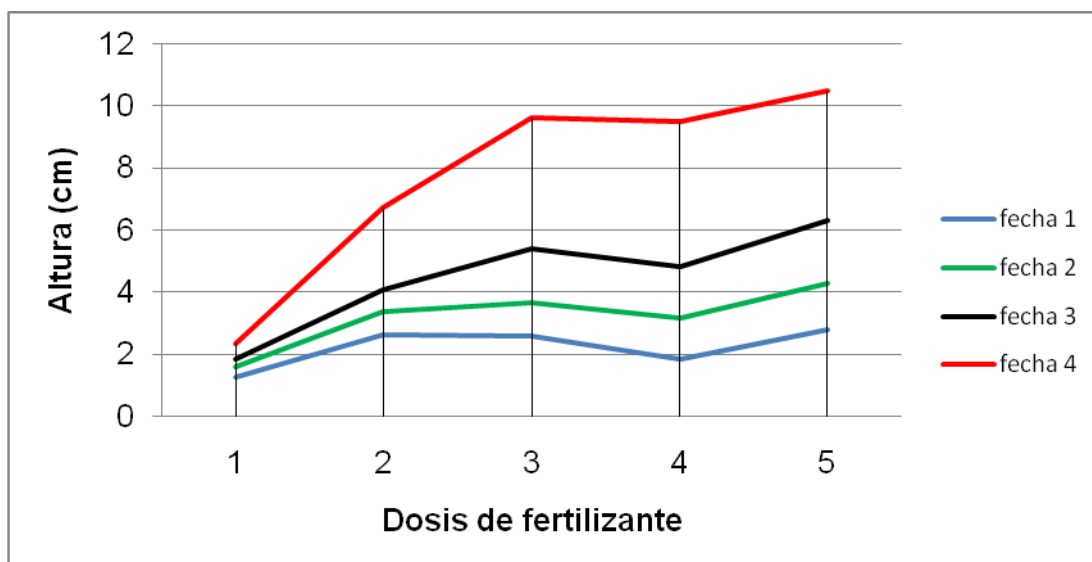
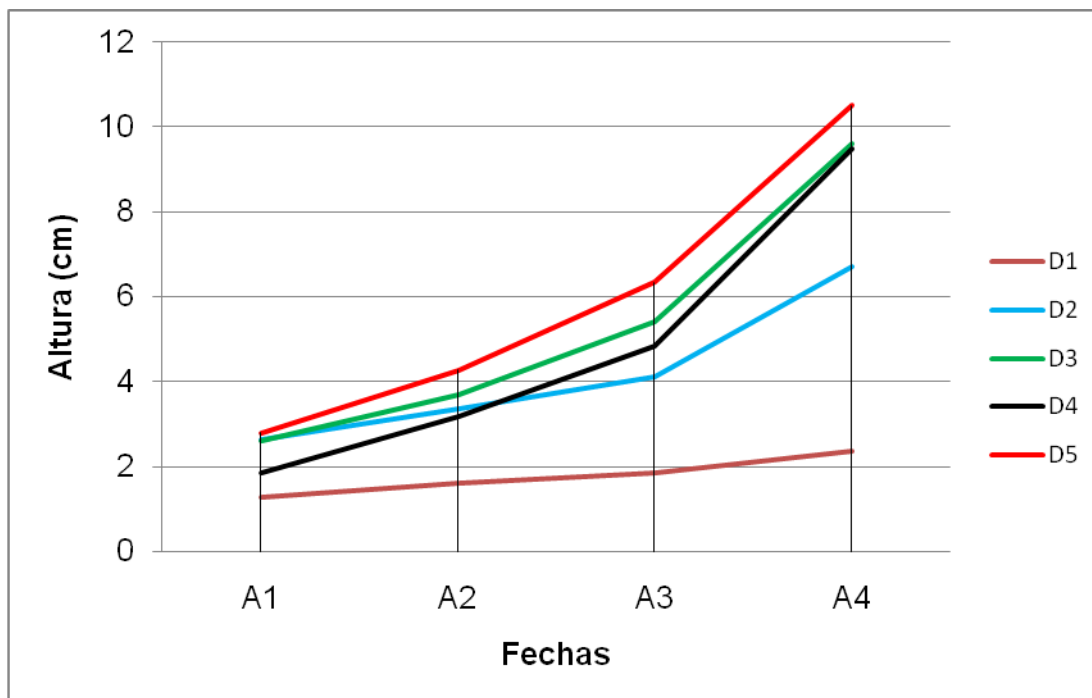


Figura 4.2 Respuesta de la altura de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011.



Los análisis de varianza para las dosis de fertilización a través de las cuatro fechas de registro de la altura de plantas, se presenta en los Cuadros A5, A6, A7, A8 y A9 del apéndice. En todas las dosis se detectaron diferencias estadísticas significativas entre fechas. Las comparaciones de medias de fechas dentro de cada dosis de fertilización se presentan en el Cuadro 4.4.

Se observa en el Cuadro 4.4 que en la dosis de fertilización testigo, el incremento de las plantas aunque mayor, no fue estadísticamente diferente aún tres semanas después (fecha cuatro) de la altura de planta en la fecha uno. Dentro de la dosis dos la altura que las plantas alcanzaron en la fecha tres, dos semanas después de la fecha uno, no fue estadísticamente diferente, pero si la altura de 6.72 cm alcanzado por la plantas tres semanas después de la primera. En la dosis tres o guía general si hubo diferencia significativa entre la altura de planta en la fecha uno y la altura de planta catorce días después (fecha tres). Este resultado fue igual en la dosis tres y cuatro. En otras palabras, siete días más de tiempo no fueron suficientes para que la guía general promoviera mayor crecimiento en cantidad significativa sobre la altura alcanzada en la fecha uno.

Agregar 50% y 100% más fertilizante en la dosis cuatro y cinco respectivamente, dieron incremento de altura no significativa y fueron igual que la guía general. Los resultados indican que fueron necesarias tres semanas de tiempo después de la primera fecha de registro y una cantidad de fertilizante no menor a la de la guía general para alcanzar una altura aproximada de 10 cm que sería suficiente para realizar el transplante.

Cuadro 4.4 Comparación de medias para altura (cm) de planta de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante UAAAN 2011.

	Dosis				
	1	2	3	4	5
Fecha 4	2.36 a	6.72 a	9.62 a	9.50 a	10.50 a
Fecha 3	1.86 a	4.12 b	5.42 b	4.84 b	6.34 b
Fecha 2	1.60 a	3.36 b	3.68 bc	3.16 bc	4.28 bc
Fecha 1	1.28 a	2.64 b	2.60 c	1.84 c	2.80 c

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

Diámetro del Tallo

Los análisis de varianza para diámetro del tallo se presentan en los Cuadros A10, A11, A12 y A13 del apéndice. En las cuatro fechas que fue medido el diámetro del tallo de las plantas, el análisis indicó diferencias altamente significativas entre niveles de fertilizantes. La comparación de medias de dosis para las cuatro fechas se presenta en el Cuadro 4.5.

La falta de nutrientes en la dosis uno se hizo más evidente para el diámetro del tallo comparado a la variable altura de planta, ya que en las cuatro fechas, el diámetro del tallo de las plantas en ese nivel de fertilización fue inferior y estadísticamente diferente a todas las cuatro dosis conteniendo nutrientes.

Cuadro 4.5 Comparación de medias para diámetro del tallo (mm) de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande en cinco dosis de fertilizante, dentro de cuatro fechas. UAAAN 2011.

		Fechas					
		1	2	3	4		
D3	2.74 a	D3	3.00 a	D3	3.57 a	D3	4.47 a
D4	2.51 a	D5	2.92 ab	D4	3.35 a	D5	4.23 a
D5	2.37 ab	D4	2.90 abc	D5	3.31 a	D4	4.12 ab
D2	1.99 b	D2	2.42 bc	D2	2.67 b	D2	3.62 b
D1	1.42 c	D1	1.78 d	D1	1.91 c	D1	2.35 c

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

En todas las fechas, los niveles de fertilización de las dosis tres, cuatro y cinco no generaron diferencias significativas en el diámetro del tallo y estos tres niveles formaron siempre el primer grupo de medias. Igual que para la variable altura de planta, los resultados señalan lo indispensable de la fertilización en la producción de plántula de tomate para comercialización como tal o para producción de tomate en campo o invernadero.

A medida que el tiempo transcurrió se amplió la diferencia entre fertilizar y no fertilizar así como entre algunos niveles conteniendo fertilizante. El diámetro del tallo de las plantas que recibieron la dosis tres, fue 87 y 90 % más grueso en las fechas tres y cuatro; respectivamente, que el diámetro del tallo de las plantas que no se fertilizaron.

Se observa que a diferencia de la altura de la planta, en el diámetro la diferencia entre el testigo y el nivel de fertilización inmediato superior se mantuvo prácticamente igual en las tres primeras fechas, aumentando solamente en la cuarta fecha. En la primera fecha la diferencia fue de 40.1%; y para los niveles dos, tres y cuatro de fechas las diferencias fueron de 35.9%, 39.7% y 54.04% respectivamente.

Con el propósito de conocer la interacción entre fechas de registro de la variable diámetro del tallo y dosis de fertilización se realizó el análisis de varianza como un experimento factorial de parcelas divididas en el tiempo el cual se presenta en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6 Análisis de varianza para diámetro del tallo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas con cinco dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Fechas	3	32.5951	10.8650	96.2356**
Error a	16	1.8075	0.1129	
Dosis	4	32.3016	8.0754	49.1204**
Fechas x Dosis	12	1.8218	0.1518	0.9233**
Error b	64	10.5277	0.1644	
Total	99			
		CV	14.08%	
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Los resultados del análisis indican diferencias significativas para fechas, para dosis de fertilizante y para la interacción de fechas por dosis. La naturaleza significativa de la interacción, obliga a comparar las medias para las dosis dentro de cada fecha. Las comparaciones de medias para las dosis de fertilizantes se presentan en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7 Comparación de medias para el diámetro del tallo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011.

		Fechas					
		1	2	3	4		
D3	2.74 a	D3	3.00 a	D3	3.57 a	D3	4.47 a
D4	2.51 a	D5	2.92 ab	D4	3.35 a	D5	4.23 a
D5	2.37 ab	D4	2.90 abc	D5	3.31 a	D4	4.12 ab
D2	1.99 b	D2	2.42 bc	D2	2.67 b	D2	3.62 b
D1	1.42 c	D1	1.78 d	D1	1.91 c	D1	2.35 c

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

Las comparaciones de medias para el diámetro de tallo en las fechas individuales y las realizadas analizando los datos en forma conjunta, arrojaron exactamente los mismos resultados.

Aparentemente la variable diámetro del tallo es menos afectada por el medio ambiente ya que si se comparan el coeficiente de variación promedio

para las cuatro fechas individuales, resulta un valor de 13.86%, prácticamente igual a 14.08% que fue el coeficiente de variación resultante del análisis como parcelas divididas. Se desprende de estos resultados que la dosis tres de fertilización utilizada como guía general fue satisfactoria con la variedad utilizada y en el ambiente en que se desarrolló la investigación; por lo tanto no parece haber necesidad de modificación.

En las Figuras 4.3 y 4.4 se presentan las líneas de respuesta del diámetro del tallo para las fechas a través de las dosis de fertilizante, así como la respuesta de la variable en las diferentes dosis a través de las fechas, respectivamente.

En la Figura 4.3 se aprecia más claramente que el diámetro del tallo de las plántulas incrementó en todas las fechas con la adición de fertilizante alcanzando las máximas respuestas con la dosis tres. La dosis cuatro y cinco no incrementaron el diámetro del tallo por lo que no fueron mejores que la guía general o dosis tres.

Figura 4.3 Respuesta del diámetro del tallo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante. UAAAN 2011.

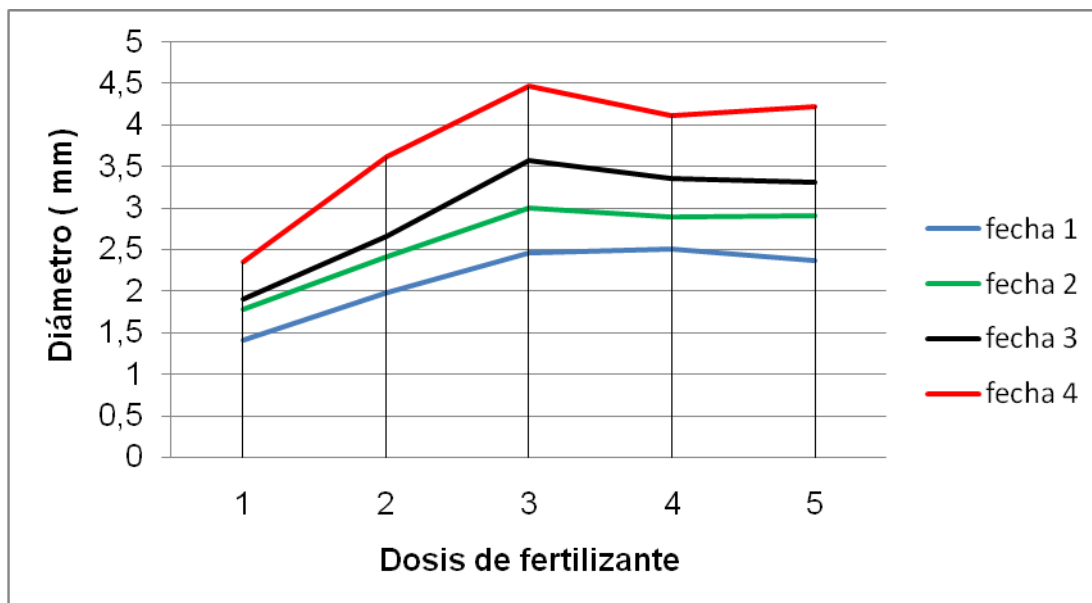
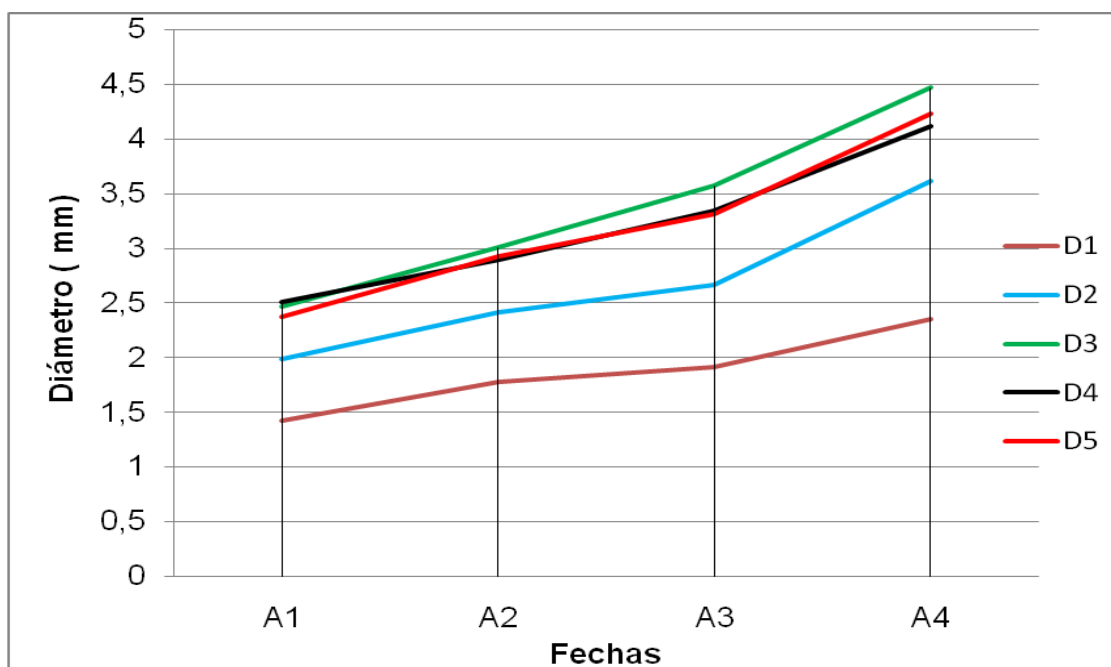


Figura 4.4 Respuesta del diámetro del tallo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande para cinco dosis de fertilizante, dentro de cada una de las fechas. UAAAN 2011.



En las comparaciones de medias que se realizaron en el Cuadro 4.8 se observa que en la dosis de fertilización testigo si se encontró diferencia estadísticas en comparación de la primera fecha con la cuarta fecha de la altura de planta, en las fechas tres, dos y uno no hubo diferencia estadística, se formaron dos grupos de medias, la primera representada por la fecha cuatro y tres y el segundo por las fechas tres, dos y uno.

En las dosis dos, tres, cuatro y cinco también se encontró diferencias estadísticas entre todas las fechas y se formaron cuatro grupos de medias en cada dosis, el primer grupo lo conforma la fecha cuatro, el segundo grupo la fecha tres, el tercer grupo la fecha dos y el cuarto grupo la fecha uno.

Cuadro 4.8 Comparación de medias para el diámetro del tallo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Var. Río Grande en cuatro fechas, con cinco dosis de fertilizante. UAAAN 2011.

	Dosis				
	1	2	3	4	5
Fecha 4	2.36 a	6.72 a	9.62 a	9.50 a	10.50 a
Fecha 3	1.86 ab	4.12 b	5.42 b	4.84 b	6.34 b
Fecha 2	1.60 b	3.36 c	3.68 c	3.16 c	4.28 c
Fecha 1	1.28 b	2.64 d	2.60 d	1.84 d	2.80 d

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

Peso de Biomasa Aérea

El análisis de varianza indica para esta variable diferencias significativas entre las dosis de fertilizante, Cuadro 4.9.

Cuadro 4.9 Análisis de varianza para peso fresco aéreo de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC	F
Dosis	4	98.5595	24.6398	21.53**	0.0002
E.E	20	22.8839	1.1441		
Total	24	121.4434			
			CV	34.88%	
			**=Altamente significativo		NS= No significativo

La comparación de medias mediante DMS (Cuadro 4.10), para peso fresco del tallo resultó en la formación de cuatro grupos; donde la dosis más alta (dosis cinco), es estadísticamente superior (5.86). Un segundo grupo se formó con las dosis tres y cuatro; la dosis dos ocupó la cuarta posición constituyendo el tercer grupo. Finalmente la menor cantidad de biomasa aérea resultó con la dosis testigo.

Cuadro 4.10 Comparación de medias de peso fresco aéreo de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

Fertilización Niveles	Peso Fresco (g)
D5	5.86 a
D3	4.18 b
D4	3.45 b
D2	1.64 c
D1	0.18 d

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

El análisis de varianza para peso seco de la biomasa aérea indicó diferencias altamente significativas entre dosis de fertilizante de acuerdo al Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11 Análisis de varianza para peso seco aéreo de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	C M	FC	F
Dosis	4	1.8779	0.4694	12.58**	0.0030
E. E	20	0.7462	0.0373		
Total	24	2.6241			
		CV	42.78%		
**=Altamente significativo			NS= No significativo		

En la comparación de medias mediante DMS (Cuadro 4.12), para peso seco aéreo resultaron cuatro grupos de medias. Igual que para el peso fresco las mayores producciones de biomasa se dieron con las dosis cinco y tres con la diferencia que para el peso seco no hubo diferencia significativa entre estas dos dosis. El segundo grupo lo conforman las dosis tres y cuatro; el tercer grupo

las dosis cuatro y dos y finalmente las dosis dos y el testigo sin fertilizante formaron el cuarto grupo.

Cuadro 4.12 Comparación de medias de peso seco aéreo de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

Fertilización Niveles	Peso Fresco (g)
D5	0.78 a
D3	0.66 ab
D4	0.52 bc
D2	0.27 cd
D1	0.03.. d

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

Peso de Biomasa Radicular

Para el peso fresco de raíz, el análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre las dosis de fertilizante, Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13 Análisis de varianza para peso fresco en raíz de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011

FV	GL	SC	CM	FC	F
Dosis	4	19.7612	4.9403	18.43**	0.0004
E. E	20	5.3603	0.2680		
Total	24	25.1216			
		CV	38.33%		
**=Altamente significativo			NS= No significativo		

El resultado de la comparación de medias fue exactamente igual al del peso fresco de biomasa aérea formándose cuatro grupos con las dosis de fertilizante ocupando las mismas posiciones, resultando nuevamente la dosis testigo muy inferior en la producción de biomasa radicular. Todas las dosis conteniendo fertilizante son estadísticamente superiores al testigo. Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14 Comparación de medias de peso fresco en raíz de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

Fertilización Niveles	Peso fresco (g)
D5	2.55 a
D3	1.74 b
D4	1.60 b
D2	0.81 c
D1	0.03 d

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$).

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre dosis para la variable peso seco de raíz, Cuadro 4.15.

Cuadro 4.15 Análisis de varianza para peso seco en raíz de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC	F
Dosis	4	0.1535	0.0383	10.79**	0.0062
E. E	20	0.0711	0.003555		
Total	24	0.2246			
		CV	42.77%		
**=Altamente significativo			NS= No significativo		

En la comparación de medias para peso seco de raíz se formaron tres grupos de medias resultando diferencias altamente significativas entre los distintos niveles de fertilizantes o tratamientos, los grupos formados son los siguientes: el primer grupo lo forman las dosis cinco, tres y cuatro, pero a la vez la dosis cuatro es estadísticamente igual a la dosis dos y conforman el segundo grupo de medias, el tercer grupo está formado por la dosis uno. Todas las dosis de fertilizantes son estadísticamente diferentes al testigo.

Cuadro 4.16 Comparación de medias de peso seco en raíz de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum* Mill.) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

Fertilización Niveles	Peso seco (g)
D5	0.22 a
D3	0.20 a
D4	0.16 ab
D2	0.09 b
D1	0.01 c

Literales diferentes dentro de una misma columna, indican diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$)

Las variables altura de planta en el segundo experimento se comportó igual que en el primer experimento en cuanto al poco crecimiento de las plantas cuando no se aplicó fertilizante. Por otra parte, al iniciar la fertilización más pronto se encontró que son necesarios más nutrientes cuando las plantas están llegando al tamaño recomendado para su transplante. Esto se observó con la mayor altura de planta con la dosis cinco que resulto estadísticamente diferente a la dosis general.

CONCLUSIONES

En base a los objetivos e hipótesis planteados y en base al análisis de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Cuando se usa sustrato comercial para la producción de plantas de tomate para transplante es indispensable aplicar fertilizante ya que los medios de cultivo normalmente carecen de nutrientes afectando el crecimiento y desarrollo normal de las plantas.
2. El momento de iniciar la fertilización es desde la siembra ya que el retraso en ésta práctica ocasiona plántulas de poco crecimiento con síntomas de desnutrición particularmente fósforo, evidenciado por la coloración púrpura de las hojas principalmente.
3. La variable altura de planta es de mayor utilidad práctica que las variables diámetro del tallo y producción de biomasa para discriminar entre diferentes dosis de fertilización.
4. La dosis general de fertilización aplicada semanalmente permite un crecimiento normal de las plantas sin la necesidad de más fertilizantes que de ser aplicado resulta desaprovechado.

LITERATURA CITADA

- Abad, M. y Noruega, M. 2000. Los sustratos en cultivos sin suelo. En: Manual de cultivos sin suelo. Urretarazu Gavilan, M. (ed). Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Almeria, España pp:137-182.
- Andrade, G. 2002. Eficacia de fertilizantes foliares en alfalfa. Tesis ESPOCH Facultad de Recursos Naturales.
- Avidan, A., Ziadan, O. y Zachs, Y. 2004. La producción de jitomate en suelos y en sustratos artificiales. Recomendaciones. X Curso Internacional de Sistema de Riego. Departamento de Irrigación Chapingo. México.
- ANKOR LTDA. 2010. Instructivos de productos AnkorLtda. Aminoácidos y fertilizantes. pp:. 03-12.
- Baca, A. y Lara, A. 2001. Sistemas hidropónicos. En: Nutrición vegetal. Alcantar G. (ed.). En prensa.
- Barone, D. 2010. Los Fertilizantes foliares. Disponible en <http://www.barone.com>
- Ballesteros Olmos, F. 1992 Substratos para el cultivo de plantas de ornamentales, hojas divulgadoras (Noviembre) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Bowen, J. y Kratky, B. 1981. Rendimiento superior transplantando cepellones. Hortalizas 63, Chapingo-Serie Horticultura 5:5-11.
- Brucker, U. 1997. Physical properties of different potting media and substrate mixtures. Act Hort. 450:263-270.
- Cabrera, R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo – Serie Horticultura 5(1):5-11.
- Cadahia, V.H. 1998. Fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. En: Nuez, F. El cultivo del tomate. Ed. Mundi Prensa Barcelona, España. pp: 43-91.

- Fernández, F. 1997. Efecto de inóculos comerciales de hongos micorrizogenos arbusculares en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en distintos tipos de suelos. Cultivos Tropicales 18 (1) 5-9.
- Fernández M. M. y Aguilar, M. I., Carrique J. R., Tortosa J., García C., López M., Pérez J. M. 1998. Suelos y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Gaona, B. y Juárez, L. 2005. Evaluación de variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero en Aquixtla, Puebla. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 68 p.
- García, E. 1986. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, México D.F. pp: 246-247
- Guerrero, M. 1990. El suelo, los abonos y fertilizantes. Madrid España, Ed. Mundi Prensa. pp: 15, 65, 75, 84.
- Guzmán, J. M. 2003. Sustratos y tecnología de almácigo. En: Memoria de Cursos de producción en ambientes protegidos. UCRCYTED. San José, Costa Rica. 25 p.
- Guzmán, P. M. 2003. Acondicionamiento nutritivo en semilleros y respuesta postrasplante en hortalizas, Universidad de Almería, España.
- Hartmann, H. and Kester, D. 2002. Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 880 p.
- Hernández, H. E. 2008. Diagnóstico nutricional de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado en sustratos hidropónicos bajo invernadero. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Hartmann, H y Kester, D. 1988. Propagación de plantas. México D.F. Compañía Ed. Continental, S.A de C.V. 170 p
- Howard, M. 1998. Hydroponic food production. Santa Bárbara, California 520 p.
- Lemaire, F. 2005. Cultivos en macetas y contenedores. Principios agronómicos y aplicaciones. Madrid: Ed. Mundi Prensa 210 p.
- León. G. H. M. 1980. El cultivo del tomate para consumo en fresco, en el Valle de Culiacán. Edición (INIA) de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- Melgar, R. 2005 Aplicación y control de la producción en <http://www.fertilizando.com> consultado 13/01/2011.
- Norman, A. 1993. Substratos hortícolas: Turfa a cáscara de arroz. Lavoura Arrozeira 46 (409) 12-13.
- Nuez, F. 2001. El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid España

- Ocampo, M. Caballero, M., y Tornero, C. 2005. Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. En agricultura, ganadería, ambiente y desarrollo sustentable. Tornero, C. M. A.
- Paneque, V. 1998. Abonos Orgánicos. Conceptos practicos para su evaluación y aplicación/ V.M. Panaque, Bertolí. La Habana, Cuba: INCA. 34 P.).
- Pastor, S. 2000. Utilización de sustratos en viveros. Terra 17 (3):213-235.
- Rodríguez, A. 1995. Manejo del cultivo extensivo para industria. En: El cultivo del tomate. Madrid, España: Mundi-Prensa. pp: 255-309.
- SAGARPA, 2010. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Volumen 1. Cuadro de estadísticas Agropecuarias. D.F. México.
- Salomón, M.A. 2007. Respuesta postrasplante del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en Suelo acolchado bajo invernadero. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 75 p.
- Sánchez del C; F. E. Escalante, R. 1983. Hidroponía; principios y métodos de cultivos. 2^{da} edición Chapingo, México 168 p.
- SIACON (Sistema de Información Agropecuaria de Consulta). 2010. Información de la Producción Agrícola Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2010. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. Internet: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>.
- SIAP. 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- SNIEG (Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica) 2009 Banco de información económica. México. Internet: <http://www.snieg.mx/>
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistic. Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Unver, I., Atoman, Y.; Canga, M. R., y Munsuz, N. 1998. Buffering capacities substrate 238:83-89.
- Valadez, L. A. 1997. Producción de Hortalizas; Sexta edición. Editorial UTEHA. México.
- Wittwer, S.H. and S. Honma. 1969a. Greenhouse tomatoes. Guidelines for successful production. Michigan State University Press. East Lansing, Michigan, U.S.A. Pag. 24.

Wittwer, S.H. y S. Honma. 1969b. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State University Press. East Lansing, Michigan, U.S.A. Pag. 35.

Citas en Internet

<http://www.rad.unam.mx/ojs/index.php/rxm/article/viewFile/24591/23070>

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/357/1/13T0652%20ORNA%20ANGEL.pdf>

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350

APÉNDICE

Altura de Plántula

Cuadro A1 Análisis de varianza para fecha uno para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	8.4224	2.1056	5.2042**
Error	20	8.0920	0.4046	
Total	24			
CV 28.49%				
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Cuadro A2 Análisis de varianza para fecha dos para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	19.9136	4.9784	8.4811**
Error	20	11.7400	0.5870	
Total	24			
CV 23.82%				
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Cuadro A3 Análisis de varianza para fecha tres para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	57.3016	14.3254	7.2512**
Error	20	39.5120	1.9756	
Total	24			
CV 31.12%				
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Cuadro A4 Análisis de varianza para fecha cuatro para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	221.1720	55.2930	9.5031**
Error	20	116.3680	5.8184	
Total	24			
		CV	31.16%	
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Dosis de Fertilización

Cuadro A5 Análisis de varianza para dosis uno para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	3.1255	1.0418	2.5915**
Error	16	12.9620	0.4020	
Total	19			
		CV	35.72%	
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Cuadro A6 Análisis de varianza para dosis dos para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	47.4780	15.8260	19.5383**
Error	16	12.9600	0.810	
Total	19			
		CV	21.38%	
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Cuadro A7 Análisis de varianza para dosis tres para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	142.9380	47.6460	14.6364**
Error	16	52.0840	3.2553	
Total	19			
CV 33.85%				
NS: No significativo **: Altamente significativo				

Cuadro A8 Análisis de varianza para dosis cuatro para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	167.6895	55.8965	18.2014**
Error	16	49.1360	3.0710	
Total	19			
CV 36.24%				
NS: No significativo **: Altamente significativo				

Cuadro A9 Análisis de varianza para dosis cinco para altura de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	167.8118	55.9373	16.2429**
Error	16	55.1002	3.4438	
Total	19			
CV 31.03%				
NS: No significativo **: Altamente significativo				

Diámetro del Tallo

Cuadro A10 Análisis de varianza para fecha uno para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	5.3672	1.3418	11.48**
Error	20	2.3364	0.1168	
Total	24			
CV 15.46 %				
NS: No significativo		** : Altamente significativo		

Cuadro A11 Análisis de varianza para fecha dos para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	5.2846	1.3211	8.8014**
Error	20	3.0032	0.1501	
Total	24			
CV 14.90%				
NS: No significativo		** : Altamente significativo		

Cuadro A12 Análisis de varianza para fecha tres para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	9.1318	2.2829	14.9212**
Error	20	3.0604	0.1530	
Total	24			
CV 13.18 %				
NS: No significativo		** : Altamente significativo		

Cuadro A13 Análisis de varianza para fecha cuatro para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	4	14.3394	3.5849	18.2252**
Error	20	3.9354	0.1967	
Total	24			
CV 11.79%				
NS: No significativo **: Altamente significativo				

Dosis de Fertilización

Cuadro A14 Análisis de varianza para dosis uno para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	2.1931	0.7310	1.1451**
Error	16	10.2152	0.6384	
Total	19			
CV 42.95%				
NS: No significativo **: Altamente significativo				

Cuadro A15 Análisis de varianza para dosis dos para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	7.1450	2.3816	9.7052**
Error	16	3.9264	0.2454	
Total	19			
CV 18.55 %				
NS: No significativo **: Altamente significativo				

Cuadro A16 Análisis de varianza para dosis tres para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	8.7517	2.9172	20.9120**
Error	16	2.2321	0.1395	
Total	19			
		CV	10.85%	
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Cuadro A17 Análisis de varianza para dosis cuatro para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	7.1092	2.3697	16.1425**
Error	16	2.3495	0.1468	
Total	19			
		CV	11.89%	
NS: No significativo		**: Altamente significativo		

Cuadro A18 Análisis de varianza para dosis cinco para diámetro de planta de tomate Var. Río Grande (*Solanum lycopersicum Mill.*) con diferentes dosis de fertilizantes. UAAAN 2011.

FV	GL	SC	CM	FC
Trat.	3	9.2177	3.0725	89.8411**
Error	16	0.5482	0.0342	
Total	19			
		CV	5.77%	
NS: No significativo		**: Altamente significativo		