

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Rendimiento de cinco híbridos de tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill) bajo condiciones de casa sombra**

P O R:

ANEL CRISTINA REYES DÍAZ

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**RENDIMIENTO DE CINCO HÍBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon
esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE CASA SOMBRA**

TESIS DE C. ANEL CRISTINA REYES DÍAZ QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR


DR. ALEJANDRO MORENO
RESÉNDEZ

ASESOR


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR


DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ


DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**


DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE C. ANEL CRISTINA REYES DIAZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE


DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL


DR. ALEJANDRO MORENO
RESÉNDÉZ

VOCAL


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE


DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ


DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

AGRADECIMIENTOS

Alma Terra Mater

Por darme la oportunidad y tener el privilegio de desarrollarme profesionalmente en esta universidad.

Dr. Pedro Cano Ríos

Por el apoyo y la ayuda incondicionalmente que me brindo y permitirme realizar este proyecto con usted. Fue una oportunidad muy grande trabajar a su lado, por compartir sus conocimientos que fueron nuevos para mí y que serán de gran utilidad para nivel de profesionista. Muchas gracias por todo, es una excelente persona la cual es un privilegio tener su amistad.

Ing. Víctor Martínez Cueto

Por brindarme su amistad durante la carrera, por los ofrecimientos de apoyo que me dio, por su valiosa cooperación en este proyecto. Por ser colaborador en mi formación de profesionista. Gracias, es valiosa tener su amistad.

Dr. Alejandro Moreno Reséndez

Fue un honor realizar este proyecto con usted. Gracias por compartir sus conocimientos. Por brindarme su apoyo de buena fe y una valiosa amistad.

Dr. José Luis Puente Manríquez

Por su cooperación y apoyo que me brindo en realizar este proyecto de gran utilidad para mi formación de profesionista. Gracias

A mis compañeros

Mercedes, Jovan, Juanito, Felipe A. Felipe Pura. Por brindarme su amistad que fue muy valiosa para mi, por sus consejos, chistes, en darme su apoyo en los buenos y malos ratos que tuve que pasar., Me llevo un recuerdo de cada uno de ustedes. Pero no perderemos la amistad que formamos en el transcurso de la carrera Gracias

Benjamín López López

Gracias por haberme permitido entrar en tu vida, eres y serás una persona especial para mí de lo cual valoro todo lo que hiciste por mí en recibir tu apoyo, ayuda e incondicional, por tener tu compañía y no dejarme sola durante 2 años,. Por los momentos felices y tristes que pasamos juntos.-Fuiste para mí un conocido, compañero, novio y un gran mejor amigo.

DEDICATORIAS

A Dios

Gracias señor padre por permitirme seguir viva y porque mis sueños se hagan realidad, por tus bendiciones que este donde este tu siempre cuidarás de mi. No me dejes de proteger y lléname de bendiciones por muchos años más.

A mí Querida Madre: María Magdalena Díaz Favela.

Si no fuera por ti yo no tuviera la oportunidad de realizarme como profesionalista, Gracias por tu gran amor, por los consejos que me diste, por tus buenos deseos, la confianza que me brindaste, por, guiarme por un buen camino. Por los sacrificios que has hecho por mí, por ser una madre maravillosa y una gran mujer que saca adelante a sus hijas sobre todas las cosas. En ti he aprendido que no debo de darme por vencida, luchar por lo que quiero, cumplir mis sueños, llegar a a las metas. Tu madre preciosa eres un ejemplo a seguir. Gracias por ser mi mamá. TE AMO

A mis hermanas.: Selene y Melina.

Hermosas gracias por su cariño, por apoyarme, por sus consejos, su comprensión, por sus regaños, pleitos, por las alegrías y tristezas que han pasado a mi lado. Por ustedes cumplí una meta importante Somos un orgullo para nuestra madre. El amo y gracias dios por enviarme a estas hermanas,

INDICE

AGRADECIMIENTOS	Pág. iv
DEDICATORIAS	vi
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE APENDICE	xi
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Hipótesis	2
1.3 Metas	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades del tomate	3
2.2 Clasificación taxonómica del tomate	3
2.3 Características morfológicas del tomate	4
2.3.1 Indeterminadas	4
2.3.2 Determinadas	5
2.3.3 Raíz	5
2.3.4 Tallo	6
2.3.5 Hoja	7
2.3.6 Flor	7
2.3.7 Fruto	8
2.3.8 Contenido nutricional	9
2.4 Generalidades del invernadero	10
2.4.1 Ventajas de la producción en invernadero	11
2.4.2 Desventajas de cultivar en invernadero	12
2.5 Generalidades de la casa sombra	12
2.5.1 Casa sombra	12
2.6.Exigencias del clima	13
2.6.1 Temperatura	13
2.6.2 Humedad relativa	13
2.6.2.1 En el crecimiento vegetativo	14
2.6.2.2 En la floración y fructificación	15
2.6.3 Luminosidad	15
2.6.4 Radiación en invernadero	17
2.6.5 Contenido del CO ₂ en el aire	18
2.7 Injerto	18
2.7.1 Tipos de injertos utilizados en tomate	19
2.7.2 Injerto de aproximación	19
2.7.3 Proceso de unión	20
2.7.4 Propósitos del injerto	21
2.7.4.1 Incremento en el rendimiento del cultivo	21
2.7.4.2 Efectos del injerto sobre el calibre del fruto	22
2.7.4.3 Efectos de la absorción de nutrimentos	22
2.7.5 El uso de injerto en México	22

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

2.8 Sustrato	23
2.8.1 Caracterización de sustratos	24
2.8.1.1 Características físicas	25
2.8.1.2 Granulometría o tamaño de la partícula	25
2.8.1.3 Densidad aparente	25
2.8.1.4 Densidad real	26
2.8.1.5 Espacio poroso total	26
2.8.1.6 Relación agua/aire	27
2.8.1.7 Capacidad de aireación	27
2.8.1.8 Agua fácilmente disponible	27
2.8.1.9 Agua de reserva	28
2.8.1.10 Agua total disponible	28
2.8.1.11 Agua difícilmente disponible	28
2.8.1.12 Capacidad de retención de agua	28
2.8.2 Características químicas	29
2.8.2.1 pH	29
2.8.2.2 Salinidad	29
2.8.2.3 Disponibilidad nutrimental	30
2.8.2.4 Capacidad de intercambio catiónico	30
2.8.2.5 Materia orgánica y ceniza	30
2.8.3 Características biológicas	30
2.8.4 Fibra de coco	31
2.9 Elementos nutritivos	32
III MATERIALES Y METODOS	35
3.1 Localización geográfica y clima de la comarca lagunera	35
3.2 Localización del experimento	35
3.3 Tipo y condiciones de la casa sombra	35
3.4 Hibrido y portainjerto	36
3.4.1Rafaello	36
3.4.2 Donatello	36
3.4.3 Sahel	36
3.4.4 Vengador	37
3.4.5 905	37
3.4.6 Portainjerto maxifort	37
3.5 Sustrato	37
3.6 Cosecha	37
3.7 Fertirriego	38
3.8 Diseño experimental	39
3.9 Variable evaluadas	40
3.10 Análisis estadístico	40
IV RESULTADOS Y DISCUSION	41
4.1 Calidad del fruto	41
4.1.1 Fruto chico	41
4.1.2 Fruto mediano	41
4.1.3 Fruto grande	42
4.1.4 Fruto extra grande	42

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

4.1.5 Rendimiento 5to	42
4.1.6 Rendimiento 10mo	42
4.1.7 Rendimiento 15vo	42
4.1.8 Rendimiento total	43
4.1.9 Diámetro polar	43
4.1.10 Diámetro ecuatorial	43
4.2 Altura de planta	44
4.3 Diámetro de tallo	44
4.4 Longitud de hoja	44
V CONCLUSIONES	45
VI LITERATURA CITADA	47
VII APÉNDICE	56

INDICE DE CUADROS

Cuadros	Descripción	Pág.
Cuadro 2.1	Composición nutricional del tomate en 48 gramos de parte comestible. UAAAN- UL 2011.	9
Cuadro 2.2	Rendimiento experimental de tomate de invernadero en función del portainjerto usado. UAAAN- UL-2011	21
Cuadro 3.1	Extracción nutrimental unitaria y total por el cultivo de tomate, para un rendimiento de 30 kg/m ² y dosis de fertilización sugerida para dos etapas de desarrollo. UAAAN.UL.2011.	39
Cuadro 3.2	Consumo neto y aportaciones de nutrimentos para un rendimiento de tomate de invernadero de 3.4 kg/m ² en suelo y 31.1 kg/m ² en sustrato, durante un ciclo de 255 días, en dos sistemas de producción. UAAAN.UL.2011.	39
Cuadro 4.1.1	Medias para la variable de frutos chicos en sustrato fibra de coco y suelo con los híbridos estudiados RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905, bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.	41
Cuadro 4.1.2	Medias para la variable del rendimiento total de corte en sustrato fibra de coco y suelo con los híbridos estudiados RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905, bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.	43
Cuadro 4.2	Medias para la variable de la altura de planta en sustrato fibra de coco y suelo con los híbridos estudiados RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905, bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.	44

INDICE DE APENDICE

Cuadros	Descripción	Pág.
Cuadro 1A.	Análisis de varianza para variable numero de frutos chicos en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL. 2011	57
Cuadro 2A.	Análisis de varianza para variable numero de frutos medianos en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL. 2011.	57
Cuadro 3A.	Análisis de varianza para variable numero de frutos grandes en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL. 2011.	57
Cuadro 4A.	Análisis de varianza para variable numero de frutos extra grandes en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL. 2011	58
Cuadro 5A.	Análisis de varianza para variable numero de fruto rendimiento al 5to corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL .2011.	58
Cuadro 6A.	Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 10mo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL. 2011.	58
Cuadro 7A.	Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 15vo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL. 2011	59
Cuadro 8A.	Análisis de varianza para variable de rendimiento total en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL. 2011	59
Cuadro 9A.	Análisis de varianza para variable diámetro polar de fruto en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL. 2011.	59
Cuadro 10A.	Análisis de varianza para variable diámetro ecuatorial de fruto en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL. 2011..	60

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

Cuadro 11A.	Análisis de varianza para variable de altura de planta en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL. 2011	60
Cuadro 12A.	Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo chico en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL. 2011	60
Cuadro 13A.	Análisis de varianza para variable longitud de hoja en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL.2011.	61

RESUMEN

La producción de tomate en casa sombra por los medios de cultivo como sustrato de fibra de coco y suelo permite que las plantas se desarrollen con mayor vigor incrementando su rendimiento y calidad. Durante el periodo de verano- otoño del 2010, se estableció un experimento de tomate en casa sombra con el portainjerto Maxifort y cinco híbridos con el objetivo de evaluar el portainjerto y seleccionar a los híbridos con más altos rendimientos.

En el periodo de verano otoño se evaluaron cinco híbridos de tomate de crecimiento indeterminado. El trasplante se realizo en sustrato fibra de coco previamente desinfectada y lavada, se instalaron en doble hilera, con doble tallo, espaciadas a 40 cm entre planta y planta, 1.80 cm entre surcos. El diseño experimental fue bloques al azar con cinco híbridos y cinco repeticiones en suelo y la unidad experimental de 5 plantas por híbrido. En fruto chico presento significancia solo para medio, los frutos medianos grandes y extra grandes no se presento significancia Se obtuvo el rendimiento total por el híbrido Sahel de 82.57 t ha⁻¹. Para las variables de calidad no se encontró significancia en diámetro polar y ecuatorial. En la variable de altura de planta no se presento significancia pero el híbrido que tuvo mayor altura fue Rafaello, en diámetro de tallo fue el híbrido Vengador en suelo, longitud de hoja hubo igualación por 3 híbridos Donatello, Rafaello en fibra de coco y 905 en suelo.

Palabras clave: Portainjerto, Híbrido, Sustrato, Rendimiento y Calidad.

I. INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. En la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo (Esquinas y Nuez 2001), por la demanda que tiene en el mundo local, nacional e internacional, es una de las hortalizas más rentables porque se usa en todas las cocinas del mundo. Es originario de América del Sur, aunque se considera a México como centro de su domesticación.

En México el tomate es la segunda especie hortícola mas importante en cuanto a su superficie sembrada, en sistemas hidropónicos y bajo invernadero llegan a las 1, 500 ha (Sandoval, 2005) y se han reportado rendimientos entre las 10 y 400 ton ha⁻¹ año⁻¹ bajo este sistema de producción (Caraveo, 1994). A pesar de cultivarse en todos los estados de la Republica Mexicana, solo cinco concentran en promedio 74.2% de la producción, destacando Sinaloa como el principal productor, seguido de Baja California, San Luis Potosí, Jalisco y Nayarit (Sánchez, 2001)

El empleo de invernaderos en conjunto con sistemas hidropónicos permite reducir al mínimo las restricciones del clima, agua y nutrimentos, logrando un eficiente control de plagas y enfermedades (Requejo *et al*, 2004)

Actualmente se cuenta el tomate en cultivares de habito de crecimiento determinado e indeterminado específicos para invernadero (Sagarpa, 2002).

El uso de los sistemas protegidos asociados con fertirriego para la producción de hortalizas, es una excelente alternativa que incrementa la eficiencia del uso del agua; además permite cultivar hortalizas en diferentes épocas del año, aumentar los rendimientos y la calidad de los productos (Núñez *et al*, 2006).

El injerto en tomate es usado en todos los invernaderos de alta tecnología y se empieza a usar en invernaderos de tecnología intermedia e incluso en campo abierto a nivel masivo. En nuestro país el injerto no se ha mecanizado y se realiza con personal femenino exitosamente, lográndose de 300 a 500 injertos por hora (Kubota *et al.*, 2008).

1.2 Objetivo

Los objetivos del presente trabajo es evaluar los cinco híbridos de tomate con el portainjerto MAXIFORT bajo condiciones de casa sombra, en condiciones de suelo como sustrato de fibra de coco, con la finalidad de seleccionar los híbridos con más altos rendimientos en los diferentes medios.

1.3 Hipótesis

Evaluar los cinco híbridos de tomate, y ver cual es superior en rendimiento bajo condiciones de suelo y fibra de coco.

1.4 Metas

Lograr obtener mediante el presente proyecto, que la información obtenida acerca del los cinco híbridos, RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905 , sirva como una guía para recomendaciones de investigación en cuanto a su rendimiento en medio de cultivo sustrato fibra de coco y suelo bajo condiciones de casa sombra.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), pertenece a la familia solanácea. Se cree que es originario de la faja costera de América del Sur, cerca de 30 ° latitud sur de línea ecuatorial. En la región andina de Perú, se encuentran, a lo largo y ancho, números parientes silvestres y cultivados del tomate, también en Ecuador y Bolívar, así como en la isla Galápagos. Estos parientes comestibles del tomate ocupan diversas condiciones ambientales basadas en la altitud y latitud y, representan un amplio grupo de genes para el mejoramiento de la especie (Alcázar-Esquinas, 1981).

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. El nombre tomate viene del lenguaje náhuatl de México y las variantes han seguido al jitomate en su distribución por el mundo (Heiser, 1969).

2.2 Clasificación taxonómica del tomate

De acuerdo a Pérez (2001) la clasificación taxonómica del tomate es la siguiente:

Familia: Solanáceae

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanales (personatae)

Familia: Solanaceae

Tribu: Solanese

Género: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*.

2.3 Características morfológicas del tomate

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semirrecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitadas en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Rick, 1978 citado por Chamorro, 2001).

En los trópicos, la planta es una herbácea perenne, mientras que en las latitudes del norte crece como anual. El habito de crecimiento de los diferentes cultivares presenta una gran variación, pero en la mayoría de los tipos comunes el tallo alcanza una longitud de 0.7 a 2 m y desarrolla vástagos múltiples que se originan en las axilas foliares (Gordon y Barden, 1992).

2.3.1 Indeterminadas

Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias intermodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados. (Chamorro, 2001).

2.3.2 Determinadas.

Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Chamorro, 2001)

2.3.3 Raíz

El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias; la raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad, aunque puede alcanzar hasta 1.8 m de profundidad, sin embargo, cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadéz, 1990).

Las plantas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el trasplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen gruesas y bien desarrolladas. En las plantas adultas, tanto las raíces laterales como las adventicias se extienden horizontalmente a una distancia de 0.90 a 1.50 m. Así pues, el tomate desarrolla un sistema radical extenso (Edmond y Andrews, 1984).

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilíndrico central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Chamorro, 2001).

2.3.4 Tallo

Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Chamorro, 2001).

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras, alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastrero, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero (Valadez, 1990).

En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar un tallo hijo a su vez, en las axilas de las hojas de estos tallos hijos brotan otros tallos nietos y así sucesivamente hasta que se detiene el desarrollo vegetativo, por tal motivo cuando el cultivo se establece bajo condiciones de invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante podas. El cuello del tallo tiene la propiedad de emitir raíces

cuando se pone en contacto con el suelo o con la arena, característica muy importante y que se aprovecha en las operaciones culturales de laboreo, aporcado y el rehundimiento de los cultivos enarenados e hidropónicos (Serrano, 1979).

2.3.5 Hoja

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 foliolos y con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los foliolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

Los foliolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesófilo o tejido parénquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Chamorro, 2001).

2.3.6 Flor

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. La inflorescencia se forma a partir del 6° ó 7° nudo en plantas de hábito determinado y posteriormente los racimos florales nacen cada 1 ó 2 hojas, en las plantas de hábito indeterminado la primera inflorescencia aparece a partir del 7° ó 10° nudo y después cada 3 a 4 van apareciendo las inflorescencias (Valadéz, 1990).

La 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 envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. (Chamorro, 2001).

2.3.7 Fruto

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera baya. Su forma y tamaño son variables, su superficie es lisa y está formado por un epicarpio delgado pero algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico, y el sabor agridulce (Tiscornia, 1989).

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de

abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamorro, 2001).

2.3.8 Contenido nutricional

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto e la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrando que esta inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres.

Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

En el Cuadro 2.1 se puede apreciar la composición nutricional del fruto de tomate.

Cuadro 2.1. Composición nutricional del tomate en 48 gramos de parte comestible. UAAAN-UL. 2011¹.

En 48 gr de parte comestible	Contenido
Calorías	35
Proteínas	1gr
Grasa total	5gr
Carbohidratos totales	7gr
Fibra dietética	1gr
Cenizas	0.6
Calcio	13gr
Fósforo	27mg
Hierro	40mg
El pH del jugo.	4.0-4.5
Vitamina A (alfa y beta)	1700IU
Ácido Ascórbico (vitamina)	20.0

¹ Fuente: CELALA (2003)

2.4 Generalidades del invernadero

Un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, sanidad vegetal, etc. Prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, 2002).

El cultivo bajo invernadero ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimiento, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios (infoagro. 2004).

2.4.1 Ventajas de la producción en invernaderos

Carvajal *et al.* (2000) mencionan que una de las técnicas empleadas durante 15 años han sido los invernaderos, que permiten incrementar la producción, hasta en 300 por ciento, en relación al método tradicional del cultivo. Mencionan también que al

utilizar el riego por goteo, el ahorro de agua puede ser del orden del 40 % en relación al método de riego por superficie.

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes:

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
- Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 al 80% del agua aplicada que se evapotranspira.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.

2.4.2 Desventajas de cultivar en invernadero

De igual manera Sánchez y Favela (2000) destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

- Se requiere de una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.
- Alto costo de los insumos.
- Las instalaciones y estructura representan una elevada inversión inicial.
- Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.
- Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

2.5 Generalidades de la casa sombra

2.5.1 Casa sombra.

De acuerdo con la norma mexicana NMX-E-255-CNCP-2008 sobre especificaciones para el diseño y construcción de invernaderos, una casa sombra es una estructura metálica cubierta con malla plástica, que permite la entrada del agua de lluvia al interior, empleada para el cultivo y/o protección de plantas, de los insectos, plagas y granizo, la cual optimiza la transmisión de radiación solar y algunas condiciones climatológicas para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior. El uso de casa sombra en lugar de un invernadero tiene pros y contras. Las principales desventajas son el menor control sobre la humedad, frío y entrada de polvo. Por otro lado, requiere de una menor

inversión y tiene buena ventilación natural. La lluvia es el peor enemigo de las casas sombra, debido a los daños fitopatológicos que se generan.

2.6 Exigencias del clima.

En el manejo racional de los factores climáticos es fundamental en el funcionamiento adecuado del cultivo. Ya que el clima húmedo con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75% es poco apropiada para el cultivo del tomate, ya que este favorece los ataques de enfermedades fungosas. (Van Haeff, 1983).

2.6.1 Temperatura.

La temperatura influye en la fotosíntesis, la respiración, las actividades enzimáticas de las células, división y crecimiento de las células, capacidad de absorción de las raíces además de la disponibilidad de elementos nutritivos. Al aumentar la temperatura de 0 a 30- 35°C, la fotosíntesis sigue la regla de Van Holf, es decir cada 10°C dicha función se incrementa 2 o 3 veces (Hernández y Miranda, 1999).

2.6.2 Humedad relativa.

La humedad relativa es una variable del ambiente muy difícil de manejar ya que: varía rápidamente en interacción con numerosos factores, su medición es delicada, casi siempre es aproximada y no se conoce completamente su relación con el desarrollo de las especies vegetales. La humedad relativa se define como la tensión actual de vapor entre la tensión a saturación de la misma masa de aire, y se expresa en porcentaje, se mide con los siguientes aparatos: higrómetros e hidrógrafos (Francescangeli, 1998).

Burgueño (2001) menciona que cuando la humedad relativa esta en exceso hay menor desarrollo vegetativo porque disminuye la transpiración, hay aborto de flores, se aumentan las enfermedades y existe una condensación de humedad provocando el goteo y cuando es deficiente la humedad, existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas, deficiente fecundación y caída de flores. Menciona que la humedad óptima ambiental para el cultivo de tomate es de 50% con una mínima de 40% y una máxima de 60%.

Los efectos de la humedad relativa del aire en el invernadero sobre el desarrollo del tomate son los siguientes:

2.6.2.1 En el crecimiento vegetativo

La evapotranspiración de las plantas participa en la transferencia de los elementos nutritivos absorbidos por las raíces, regula la temperatura de las hojas, frutos, etc, y controla parcialmente su crecimiento.

La intensidad de la evapotranspiración depende de las diferencias de presión de vapor entre la atmósfera de las cámaras subestomáticas de los tejidos vegetales y el aire.

Una humedad relativa muy alta significa un déficit de presión de vapor muy bajo, por lo tanto los intercambios gaseosos son reducidos, pudiéndose producir accidentes fisiológicos como la podredumbre apical del tomate.

Una humedad relativa baja provoca el cierre de las estomas y debido al cese del intercambio gaseoso, se reduce la fotosíntesis. La planta deja de transpirar, no regula su temperatura y no participa del estado higrométrico de la atmósfera.

2.6.2.2 En la floración y fructificación

El exceso de humedad relativa puede producir caída de flores y compromete la dehiscencia de las anteras en la mayoría de las especies vegetales.

La humedad relativa óptima para un buen desarrollo del tomate en condiciones de invernadero oscila entre un 60 y un 80%, humedades relativas muy altas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Infoagro 2002).

2.6.3-Luminosidad

Una baja luminosidad puede incidir de forma negativa en los procesos de la floración, fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (López *et al.*, 1996).

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate. El tomate es una hortaliza exigente en luz. Lo es durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en la etapa vegetativa y de floración. La luz interactúa

fuertemente con la temperatura y es así que para niveles bajos de luz, las temperaturas óptimas que favorecen al cultivo son distintas a las necesarias para niveles altos de luz. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

Este mismo autor menciona que durante la época nubosa las hojas de tomate presentan un bajo contenido de azúcares, y tanto éstas como los tallos se vuelven pálidos y delgados, pudiendo ser pequeños los racimos de frutos o incluso no llegar a cuajar. Con tiempo brillante y soleado la producción de azúcar es muy elevada, siendo éstas oscuras y gruesas, con tallos de color verde oscuro y robusto, los racimos tendrán numerosos frutos bien cuajados y el sistema radical será muy vigoroso, pudiendo aportarse el nitrógeno a mayores niveles durante este período. Cuando el tiempo está nublado durante más de uno a dos días puede ser necesario:

- Reducir las temperaturas del día y de la noche en el invernadero.
- Utilizar la menor cantidad de agua posible para que no se marchiten las plantas.
- Ajustar la formulación de la solución nutritiva para aumentar la conductividad eléctrica.

2.6.4 Radiación en invernadero.

Bouzo y Garinglio (2002) mencionan que la intensidad de la radiación, el fotoperíodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo, la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos.

La radiación solar en parte es absorbida por el suelo y la planta dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración. La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisibilidad varía a lo largo del año, al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (López *et al.*, 1996).

La radiación en el cultivo del tomate; (Horward, 1995) señaló, que el tomate es insensible al fotoperíodo. Una iluminación limitada puede inducir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo. La densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha (Cockshull, 1988; Kinet 1977).

Valores de radiación total diaria en torno a 0.85 MJ/m^2 son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación

en menor periodo de tiempo que iluminaciones más débiles en durante más tiempo. (Aung, 1976).

2.6.5 Contenido del CO₂ en el aire

En condiciones de invernadero, el aire generalmente está más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, a si que las plantas en invernaderos requieren más de CO₂; de manera que a medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO₂. Al recibir el CO₂ en una cantidad extra, las plantas responden sorprendentemente rápido en beneficio de la cosecha. La recomendación de CO₂ en el uso invernadero va de 800 a 1000 ppm en el ambiente (Samperio, 1999).

El CO₂ es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentador. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40 000 m³ de aire, es decir 14 m³ ó 27 Kg. de CO₂ para una hora de fotosíntesis a 350 w/m², sin ventilación. Se deben inyectar de 70 a 100 Kg. de CO₂ por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

2.7 Injerto

El injerto en plantas es la unión de una porción de tejido vegetal viviente de dos plantas distintas para que se desarrollen como una sola planta (Hartmann *et al.*, 2002). En el ámbito comercial las especies hortícolas que se injertan son: melón, pepino, sandía, berenjena, tomate y pimiento (Lee, 1994; Hartmann *et al.*, 2002; Lee y Oda,

2003). En hortalizas el propósito es reducir la infección causada por hongos y nematodos del suelo (Hartmann *et al.*, 2002, Lee, 2003; Bletsos *et al.*, 2003), pero a medida que se ha venido incrementando el uso de cultivos hortícolas injertados en el mundo, los objetivos a cumplir se han ido ampliando, entre ellos se citan: tolerancia a estrés por temperaturas (Ahn *et al.*, 1999; Rivero *et al.*, 2003^a), tolerancia a salinidad (Santa-Cruz *et al.*, 2001) y tolerancia a condiciones de sequía del suelo (Lee y Oda 2003). Adicionalmente se busca incrementar el vigor de la planta y aumentar el rendimiento (Chung *et al.*, 1997), conseguir una mayor absorción de nutrimentos y contenido mineral en la parte aérea (Ruiz *et al.*, 1997; Godoy *et al.*, 2009) y reducir el uso de plaguicidas (Lee 1994, Lee y Oda, 2003). El injerto simplifica y acorta los programas de mejoramiento genético (Oda, 1999).

El injerto en hortalizas se inicio en Corea y Japón alrededor de 1920, injertando sandia sobre porta injertos o patrones de calabaza (Lee, 2003). En Europa, los horticultores holandeses practican esta técnica desde 1947 (Miguel, 1997).

2.7.1 Tipos de injertos utilizados en tomate

Algunos tipos de injertos utilizados en plántulas de hortalizas son: ingles compuesto, ingles simples, aproximación y hendidura. Los dos últimos son los más comunes en plántulas de tomate.

2.7.2 Injerto de aproximación

En este tipo de injerto las plántulas deben ser de la misma edad y/o del mismo grosor del tallo, para facilitar la acción fisiológica del injerto. Consiste en realizar un

corte de una sección longitudinal del tallo patrón y del tallo del injerto; estas dos secciones se unen y se sujetan con una pinza para injerto de plántulas de hortalizas.

2.7.3 Proceso de unión

Para que el injerto tenga éxito debe haber una coincidencia de los tejidos próximos a la capa del *cambium* que produce un borde, producto de la cicatrización llamado callo (Hartmann *et al.*, 2002).

Se pone en contacto con los tejidos del porta injerto y de la variedad, de manera que las regiones del *cambium* coincidan y se mantengan estrechamente unidas mediante una pinza de silicón hasta lograr la cicatrización. Debe mantenerse unas condiciones de moderada temperatura, alta humedad relativa y baja radiación, que estimulen el prendimiento en las células recién puestas en contacto y de las circundantes (Lee, 1994; Oda, 1999). La conexión vascular en injertos compatibles se realiza en tres fases: 1) cohesión del patrón y la variedad, 2) proliferación del callo en la unión y 3) diferenciación y conexión vascular (Moore y Walter 1981; Jeffrey y Yeoman 1982)

El tomate y la berenjena son compatibles con una gama amplia de géneros y especies, mientras que el pimiento solo puede injertarse sobre plantas de su misma especie (Camacho y Rodríguez, 2009; Miguel, 1997).

2.7.4 Propósitos del injerto

2.7.4.1 Incremento en el rendimiento del cultivo

Dieleman y Heuvelink (2005) mencionan un incremento en rendimiento de 5 a 15% por efecto de injertar el tomate, asumiendo un buen manejo y adecuada compatibilidad entre el portainjerto y la variedad, en el caso de ciclos largos. El incremento en el rendimiento se debe a que los portainjertos tienen vigorosos sistemas radicales y son capaces de absorber eficientemente agua y nutrientes, debido a que funcionan como las raíces de la variedad sin injertar; además, sirven como proveedores de hormonas endógenas (Kim *et al.*, 1999)-

El rendimiento está fuertemente correlacionado a un buen vigor de la planta y a la resistencia mostrada por el portainjerto a ciertas enfermedades (Lee, 2003).

Cuadro. 2. 2. Rendimiento experimental de tomate de invernadero en función del portainjerto usado. UAAAN-UL. 2011*.

Portainjerto	Rendimiento (kg/m ²)	Relativo (%)
Maxifort	42	120
Beaufort	39	111
Sin injertar	35	100

*Fuente: Vargas (2005)

2.7.4.2 Efectos del injerto sobre el calibre del fruto

El tamaño de los frutos, en hortalizas injertadas llega a incrementarse algunas veces, si se compara con frutos de plantas no injertadas. Sin embargo, también el color del fruto, espesor de la corteza y concentración de los sólidos solubles, pueden ser influenciados por el portainjerto (Lee, 1994).

2.7.4.3 Efectos de la absorción de nutrimentos

Ruiz *et al.* (1996), estudiando los niveles de P y sus bioindicadores en plantas injertadas de melón, observaron que el portainjerto ejercía un efecto positivo sobre los niveles foliares de P total, ya que estas plantas mostraban mayor vigor de su parte aérea. También sugirieron que en plantas de melón injertadas sobre distintos portainjertos, el contenido foliar de N y K estaba determinado por el genotipo de la base radicular utilizada y, además, que el contenido foliar de N encontrado en esas plantas también daba lugar a diferencias en la producción.

2.7.5 El uso de injerto en México

En México, el injerto en tomate es usado en todos los invernaderos de alta tecnología y se empieza a usar en invernaderos de tecnología intermedia e incluso en campo abierto a nivel masivo. En países donde es costosa la mano de obra, se ha desarrollado el injerto mecanizado, pero en México, dado el bajo costo de la mano de obra y su excelente desempeño el injerto no se ha mecanizado y se realiza con personal femenino, lográndose de 300 a 500 injerto por hora (Kubota *et al.*, 2008)

En México la técnica del injerto se empieza a desarrollar a nivel comercial en diferentes empresas agrícolas de tomate, principalmente en los estados de Sinaloa, Jalisco, Sonora, Colima, Estado de México, Baja California Norte y Baja California Sur, Guanajuato, Michoacán y San Luis Potosí.

2.8 Sustrato

El término sustrato se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que es colocado en un contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular (Pastor, 2000; Samperio, 2004).

Esto clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, etc.) y químicamente activos (turberas, corteza de pino, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes estos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que los químicamente activos actúan en procesos de adsorción y fijación de nutrientes (Resh, 2001).

El sustrato adecuado para cada caso concreto depende de numerosos factores: tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que interviene, condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato (Maroto, 1990; Pastor, 2000; Samperio, 2004).

Por lo tanto no se tiene un sustrato ideal, pero sí puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe de tener, como son:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible

- Elevada aireación
- Baja densidad aparente,
- Elevada porosidad
- Baja salinidad
- Elevada capacidad tampón
- Baja velocidad de descomposición
- Estabilidad estructural,
- Bajo costo
- Fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.).

En ocasiones el sustrato muestra problemas en la producción hortícola, debido a la inapropiada mezcla de partículas finas y gruesas. Por ello, el uso de sustrato con muy baja proporción de partículas finas ($>0,01\text{mm}$) presenta una baja retención de agua y el cultivo suele sufrir de sequía en las horas de máxima insolación. Por lo contrario un sustrato con una alta proporción de partículas finas, presentara una alta capacidad de retención de agua, pero sus características de aireación serán pobres, de acuerdo a lo reportado en el sustrato de tezontle (Castellanos y Vargas, 2003).

2.8.1 Caracterización de sustratos

Al igual que se han caracterizado y clasificado los suelos para su manejo, es necesario hacer lo mismo con los sustratos. En el caso de los suelos, la caracterización química viene a ser primordial y en general, se le asigna una menor importancia a sus propiedades físicas. Por el contrario en el caso de los sustratos, la caracterización física viene a ser fundamental y la caracterización química es menos relevante, dado que los

nutrimentos se suministran en la solución nutritiva. Así que el conocimiento de las propiedades físicas, dependerá el manejo del riego y gran parte del éxito del cultivo.

2.8.1.1 Características físicas

La caracterización física estudia la distribución granulométrica del material sólido, agua y aire, así como su variación en función de la capacidad de retención de agua. Por su parte, Búres (1998) menciona que el sustrato está formado por un esqueleto sólido, que conforma un espacio de poros y estos pueden estar llenos con agua o aire. La caracterización física de los sustratos implica el estudio de la granulometría, espacio poroso y densidades, así como la relación de agua y aire.

2.8.1.2 Granulometría o tamaño de la partícula

Se refiere a la proporción de diámetro de las partículas que constituyen el sustrato. Debido a que la mayoría de los sustratos están constituidos por una mezcla de partículas de diferentes tamaños, es de esperar que sus propiedades físicas se vean afectadas en función de la distribución del tamaño de estas. Por lo que la caracterización granulométrica de los materiales es una práctica de rutina.

2.8.1.3 Densidad aparente

Se define como la relación entre la masa del material sólido seco, por unidad de volumen y se expresa en g/cm^3 . La densidad aparente juega un papel vital sobre la porosidad, ya que junto con la densidad real del material se usan como parámetros para calcular la porosidad. Este parámetro también juega un papel en los costos de transporte y manejo del sustrato (acarreo en el invernadero), ya que un material de muy

baja densidad cuesta mucho su transporte y debe ser compactado hasta el punto en que pueda recuperar sus características originales. La densidad aparente de los sustratos que se usan en la horticultura va de 0.05 hasta 0.8 g/cm³ (Abad y Noguera, 1998).

2.8.1.4 Densidad real

Es la relación entre la masa de material sólido seco (a 105°C) y el volumen real ocupado por las partículas que lo conforman, excluyendo el espacio poroso entre las mismas. En forma muy general y para fines prácticos, la densidad real de los materiales minerales se podría considerar alrededor de 2.65g/cm³ y de los orgánicos alrededor de 1.5g/cm³.

2.8.1.5 Espacio poroso total

Es el volumen total no ocupado por la fase sólida, es decir, la parte que no está conformada por partículas orgánicas ni minerales (Martínez, 1993). En los sustratos orgánicos el valor de EPT se ubica por arriba de 85% mientras que en sustratos como tezontle se han encontrado valores de 60 a 80%. También es importante recalcar que un alto EPT no implica necesariamente un sustrato con buena estructura, sino que es necesario conocer la relación entre la fracción de la porosidad que se encarga de alojar el agua después del riego y la fracción que es drenada después de éste y que es la que proporciona la aireación al sistema radical del cultivo (Abad y Noguera, 2000).

2.8.1.6 Relación agua/aire

Prácticamente todos los métodos utilizados para caracterizar las relaciones agua/aire en un sustrato parten de una muestra previamente saturada de agua, la cual se somete a una tensión terminada. El sustrato libera agua hasta que alcanza el equilibrio con la tensión aplicada. La metodología para estudiar la relación agua/aire fue desarrollada hace más de 30 años, por De Boodt *et al.* (1974). Mediante esta metodología y a partir de la curva de liberación de agua por cada tensión aplicada, se define una serie de parámetros de humedad y aireación.

2.8.1.7 Capacidad de aireación

Es la proporción de volumen del sustrato de cultivo ocupado por aire, o el porcentaje de aire que queda en el sustrato cuando se aplica una tensión de 10 cm de carga de agua de tensión. El nivel óptimo oscila entre 20 y 30% en base volumen, mientras que para sustratos inorgánicos este rango oscila entre 25 y 35%. Este parámetro es de gran importancia, pues en un medio tan dinámico como es el sustrato y con un cultivo trabajando a la máxima capacidad, las raíces requieren de un alto suministro de oxígeno para mantener su actividad metabólica y crecimiento.

2.8.1.8 Agua fácilmente disponible

Es la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado y dejado drenar a 10 cm de succión, y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de agua. Se ha sugerido que el valor óptimo de agua fácilmente disponible para los sustratos en general, oscila entre

20 y 30% en volumen. El conocimiento de este tipo de agua es muy importante para llevar a cabo la programación del riego (cantidad y frecuencia).

2.8.1.9 Agua de reserva

Es la cantidad de agua en volumen, que libera un sustrato al pasar de un atención de 50 a 100 cm de carga de agua, es decir es el agua que queda retenida en el sustrato con mayor fuerza que la fácilmente disponible, sin embargo, la planta puede hacer el uso de ella en periodos más prolongados y sirve, como su nombre lo indica, de reserva. El nivel óptimo se sitúa de 4 a 10% en volumen.

2.8.1.10 Agua total disponible

Se define como la suma de AFD y el AR, su valor óptimo va del 25 al 40% del volumen del sustrato.

2.8.1.11 Agua difícilmente disponible

Es el volumen de agua que queda retenida fuertemente por el sustrato a una tensión mayor de 100 cm de carga de agua y podría ser utilizada por la planta en condiciones de estrés hídrico. Para este parámetro no se han reportado un valor óptimo.

2.8.1.12 Capacidad de retención de agua

Se refiere al contenido máximo de agua que puede retener un sustrato una vez que éste se ha saturado y se ha dejado drenar. La capacidad de retención de agua, depende de las características físicas del sustrato y de la altura del contenedor,

mientras más alto es el contenedor menor será la retención de agua y mayor será la cantidad de aireación a disposición de las raíces, y viceversa (Fonteno, 1996). Su valor óptimo varía de 50 a 70% en volumen, para sustratos orgánicos, aunque en sustratos como tezontle este valor suele ser menor (35-50%). Este parámetro puede ser determinado en campo y la forma de hacerlo se describe en la sección de caracterización rápida de un sustrato.

2.8.2 Características químicas

Las propiedades químicas de un sustrato se derivan de la composición elemental de los materiales y caracterizan la transferencia entre el sustrato y la solución del mismo.

2.8.2.1 pH

Tiene efectos importantes sobre la disponibilidad de los nutrientes en el sustrato, así como sobre la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica; bajo condiciones de cultivo intensivo, se recomienda mantener el pH (pasta saturada) entre 5.5 y 6.5 (Escudero, 1993). Cuando el pH es menor a 5.0 pueden presentarse deficiencias de K, Ca, Mg y B, mientras que por arriba de 6.5 pueden disminuir la disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu.

2.8.2.2 Salinidad

Se refiere a la concentración de sales en el sustrato, y se determina como conductividad eléctrica (CE) en dS/m, en extracto de saturación se recomiendan valores de 1.2 a 2.6 dS/m (Lemaire *et al.*, 2003.)

2.8.2.3 Disponibilidad nutrimental

Es la capacidad de un sustrato para aportar nutrimentos a la planta y depende del contenido de estos en el sustrato y de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) que posea.

2.8.2.4 Capacidad de intercambio catiónico

Se define como la suma total de cationes que pueden ser adsorbidos e intercambiados en un sustrato. Los sustratos orgánicos presentan una elevada CIC, que presenta un depósito de reserva para los nutrimentos, mientras que los materiales con baja CIC, como la mayoría de los sustratos minerales, retienen cantidades reducidas de nutrimentos y, por tanto, presentan menor capacidad de amortiguamiento ante una reducción en el suministro nutrimental (Lax *et al.*, 1986).

2.8.2.5 Materia orgánica y ceniza

La determinación de materia orgánica y ceniza en un sustrato orgánico, sirve entre otras cosas para calcular la relación carbono/nitrógeno y para prever algunas otras características como la capacidad de retención de agua y nutrientes.

2.8.3 Características biológicas

La importancia que se le da a la caracterización biológica está aumentando debido a que cada vez es mayor la tendencia a usar materiales provenientes de desecho o reutilizados. Estas propiedades evalúan la estabilidad biológica del material así como la liberación de elementos o sustancias que pudieran ser tóxicas o benéficas para el cultivo (Lemaire *et al.*, 2003). Los sustratos orgánicos tienen dos características

relacionadas con un uso que son: la fitotoxicidad y la bioestabilidad, estos dos parámetros deben ser considerados al usar un material como sustrato (Lemaire, 1997).

2.8.4 Fibra de coco

La denominada fibra de coco es un residuo orgánico agroindustrial de origen tropical, con una enorme potencialidad para ser utilizado como sustrato o componente de sustrato de cultivo. Se genera después de que el mesocarpio fibroso del fruto del coco (*Cocos nucifera*) ha sido procesado para extraer las fibras más largas, las cuales se destinan a la fabricación de cuerdas, esteras, cepillos, etc. El tratamiento industrial de la fibra del coco genera cantidades elevadas de polvo (tejido medular) y fibras cortas como residuo. Desde hace años, el residuo de fibra de coco se viene utilizando con éxito como componente orgánico sustitutivo de la turba *Sphagnum* en los medios de cultivo de las plantas en contenedor. El residuo de la fibra de coco se genera y acumula en los países tropicales, siendo Sri Lanka el principal productor de sustrato de cultivo mediante el reciclado de dicho residuo orgánico.

Se encuentra una gran variabilidad en las propiedades de este material entre lotes (muestras) distintos, que está relacionada con diferencias en las técnicas culturales aplicadas a las plantaciones de cocoteros, el procedimiento industrial seguido para la extracción de fibra, la edad del residuo, etc. Es un sustrato que retiene cantidades aceptables de agua fácilmente disponible al tiempo que está bien aireado; para un tamaño de partícula similar, la fibra de coco retiene menos cantidad de agua y está mucho más aireada que la turba *Sphagnum* rubia. El pH es muy apropiado para el cultivo (alrededor de 5, 7), pero la salinidad puede ser elevada en algunos casos. Los

niveles de algunos nutrientes asimilables son muy bajos, particularmente nitrógeno, calcio y magnesio, mientras que los de otros, como fósforo y potasio, son muy elevados.

Las propiedades físicas y químicas de la fibra de coco pueden llegar a requerir el ajuste de los programas de riego y fertilización, especie por especie. (Cadahía, 2005).

2.9 Elementos nutritivos

Los elementos químicos que se encuentran en las células vegetales pueden ser muchísimos, pero el hecho de encontrar un elemento en alguna planta no es suficiente para concluir que sea esencial para la vida de ella, ya que los minerales son absorbidos principalmente por intercambio iónico del medio, de acuerdo a las leyes físicas y no a la importancia que tengan en el metabolismo. Los elementos de mayor importancia para la nutrición de ésta son los siguientes. (Rojas, 1982).

-Nitrógeno (N). Este elemento forma del 16 al 18% de las proteínas y es el elemento principal del protoplasma (Rojas, 1982). El N es absorbido por las plantas casi exclusivamente en forma de nitrato (NO_3^-) y en forma de amonio (NH_4^+) solubles en agua, las principales fuentes son Nitrato de potasio, Nitrato de calcio, Nitrato de sodio, Nitrato de amonio, Sulfato de amonio, Fosfato monoamónico (11-48-00) y Fosfato diamónico (18-46-00), y Urea, este último principalmente en la producción intensiva de forraje hidropónico (Sánchez y Escalante, 2001).

-Fósforo (P). Forma los fosfatos de hexosas y triosas, ácidos nucleicos, coenzimas y transportadoras de energía. La energía celular depende del fósforo (Rojas, 1982). Este es asimilado por las plantas como un ión (PO_4^{3-}); dentro de las fuentes solubles

de fósforo se tienen: Superfosfato de calcio simple, Superfosfato de calcio triple, Fosfato de amonio, fosfato diamónico, y Ácido fosfórico, usado generalmente para corregir el pH (Sánchez y Escalante, 2001).

-Potasio (K). Forma parte de enzimas activas en la fosforilación oxidativa y tal vez en la síntesis proteica (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son: Nitrato de potasio, Sulfato de potasio y Cloruro de potasio (Sánchez y Escalante, 2001).

-Calcio (Ca). Se encuentra principalmente en la pared celular, también es cofactor de muchas enzimas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son, Nitrato de calcio, Superfosfato (simple y triple), y Sulfato de calcio (yeso) (Sánchez y Escalante, 2001).

Magnesio (Mg). Es absolutamente esencial, pues forma el núcleo de la clorofila (Rojas, 1982). Son dos las fuentes principales de este elemento: Sulfato de magnesio (sal de Epsom) y Sulfato de magnesio (anhidro) (Sánchez y Escalante, 2001).

-Azufre (S). Forma parte de las proteínas, pues es constituyente de las aminoácidos cistina, cisterna y metionina (Rojas, 1982). Normalmente el azufre es utilizado en forma de sulfatos (SO_4)-3. Sus principales fuentes son: Sulfato de amonio, Sulfato de potasio, Superfosfato, Sulfato de magnesio y Sulfato de calcio (Sánchez y Escalante, 2001).

-Hierro (Fe). Forma el núcleo del fitocromo, tiene un papel fundamental en la fotosíntesis, pues forma parte de la ferredoxina (Rojas, 1982). Existen tres fuentes principales: Sulfato ferroso, Cloruro férrico y quelatos (Sánchez y Escalante, 2001).

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

-Manganeso (Mn). Induce de modo desconocido la síntesis de la clorofila y se requiere para la evolución de O₂ en la fotosíntesis (Rojas, 1982). Es proporcionado como Sulfato, Cloruro o quelatos de manganeso (Sánchez y Escalante, 2001).

-Boro (B). Es esencial pero tiene un papel poco conocido, posiblemente en el transporte de hidratos de carbono. Hay deficiencias entre la deficiencia de Boro y la deficiencia de RNA en tomatillo (Rojas, 1982). El Boro se asimila como borato (BO₃)⁻ y sus principales fuentes son el ácido bórico y el bórax (tetaborato de sodio) (Sánchez y Escalante, 2001).

-Cobre (Cu). Es elemento traza pero forma parte de enzimas, es esencial en la citocromo-oxidasa que permite la oxidación respiratoria final (Rojas, 1982). Sus principales fuentes son el sulfato y Cloruro de cobre (Sánchez y Escalante, 2001).

-Molibdeno (Mo). En pequeñísimas partes forma parte de la NO₃ reductasa (Rojas, 1982). Se encuentra como impureza en otros fertilizantes y, por tanto, no requiere de ninguna fuente adicional (Sánchez y Escalante, 2001).

-Zinc (Z). Componente de las deshidrogenasas. Se piensa que puede tener interrelación con la formación de reguladores del crecimiento (Rojas, 1982). Se aporta como Sulfato o Cloruro de zinc (Sánchez y Escalante, 2001).

Castellanos *et al.* (2000) reportan que el cultivo del tomate extrae 4.0 Kg. de Nitrógeno, 1.8 Kg. de Fósforo (P₂O₅) y 8.0 Kg. de Potasio (K₂O) por cada tonelada de producción.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1 100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvias son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992), citado por Morales (2006) agrega que la precipitación promedio en la región es de 220 mm con heladas de noviembre a marzo.

3.2 Localización del experimento

El experimento se estableció en la empresa tomatera VIGO, localizado en el Km de la carretera Torreón-San Pedro, en ejido El Pilar, en Matamoros Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera.

3.3 Tipo y condiciones de la casa sombra

El experimento se realizo bajo la casa sombra número 10 de VIGO. La estructura es cuadrada con sistema de ventilación natural, con 9 hectáreas y estructura metálica, y cubierto de malla color blanco. La parte aérea era de doble forro pues lo conformaba una malla color negra y de ahí se sujetaban las rafias para el amarre de la planta de tomate ya que era indeterminado. El sistema de riego fue por goteo y dicho sistema se programaba.

3.4 Híbrido y portainjerto

Se evaluó cinco diferentes híbridos de tomate con un portainjerto. El crecimiento fue indeterminado, usando injerto de aproximación, el portainjerto fue MAXIFORT y sus 5 híbridos fueron: RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR Y 905 dichos híbridos son de empresa AHERN INTERNATIONAL DE MEXICO, S.A. DE C.V., la cual los caracteriza de la siguiente manera:

3.4.1 Rafaello.

Planta buen vigor, buena cobertura foliar ligeramente abierta, cultivo protegido se adapta bien a la región en Baja California Norte en plantaciones de Enero a Junio al igual que en otras regiones del Centro de México, mientras que en Baja California Sur en plantaciones de Enero y Febrero con madurez precoz, frutos tamaño grande pero bajo condiciones en San Quintín puede promediar también tamaños extra-grande, buena forma oval-alargado, buen grosor de pared, muy buena firmeza. Para mercado fresco.

3.4.2 Donatello

Variedad muy precoz y de muy buena larga vida. Buen cierre pistilar para su calibre. Fruta de forma globosa y firme.

3.4.3 Sahel

Muy buena protección contra enfermedades, fruto de excelente calidad, vida de anaquel media, mantiene el tamaño del fruto a través de una cosecha prolongada. Resistencia: HR: ToMV: 0-2, Fol 1-2.

3.4.4 Vengador.

Planta vigorosa que ofrece altos rendimientos, fruta firme de color rojo intenso, “hombros” suaves, y tamaño grande, excelente paquete de resistencia a enfermedades.

3.4.5 905.

3.4.6 Portainjerto Maxifort

Presenta un mayor vigor,, mejor comportamiento con bajas temperaturas y en condiciones de alta salinidad. Especialmente recomendado para usar con variedades de poca vegetación, con poco vigor, poco tamaño y en condiciones de cultivo muy extremas

3.5 Sustrato

La realización del trabajo se hizo en sustrato fibra de coco y suelo.

Fibra de coco. La denominada fibra de coco es un residuo orgánico agroindustrial de origen tropical, con una enorme potencialidad para ser utilizado como sustrato o componente de sustrato de cultivo. Es un sustrato que retiene cantidades aceptables de agua fácilmente disponible al tiempo que está bien aireado; para un tamaño de partícula similar, la fibra de coco retiene menos cantidad de agua y está mucho más aireada que la turba.

3.6 Cosecha

Esta actividad se realizó una vez por semana, cuando empezaba y cuando la producción se encontraba al 75% asistíamos 2 o tres veces a la semana, se

cosecharon los frutos con una maduración entre rojo y verde, cuando el fruto presentaba una coloración rosada o el 30% pero no más del 60 % de rojo en promedio, o también conocido como 1/3 y hasta 2/3 de coloración, mientras que para la segunda, la cosecha de calidad, para la cual se dejaba que el fruto dos y tres de cada racimo superará el 60% de su coloración destinados a la determinación de calidad del fruto.

3.7 Fertirriego

Para cada tonelada de tomate que se produce, la planta consume las cantidades de elementos que indican en la segunda columna del cuadro 8.1 y en la tercera columna estarían los consumos netos para un rendimiento 30 kg/m². En las columnas 4 y 5 del mismo cuadro, se indican las dosis de nutrimentos que se sugieren aplicar en la etapa de crecimiento y en la etapa de producción, en kg/ha por día. En general las cantidades de fertilizante para la etapa de crecimiento van de 20 y 25 kg de fertilizante/ha por día y en la etapa de producción este valor va de 25 a 35 kg/ha por día. El rango de variación está en función de los contenidos de calcio y magnesio en el agua de riego. Es importante destacar que debido a que el suelo es capaz de retener cationes en su fase de intercambio, la raíz presenta un mayor volumen de exploración, por lo que invariablemente se consumen menores cantidades de fertilizantes en suelo k en sustrato. A mayor rendimiento, la planta tiene un mayor consumo nutrimental, por lo que resulta evidente que un rendimiento mayor de fruta exigirá una mayor dosis de fertilización.

Cuadro 3.1. Extracción nutrimental unitaria y total por el cultivo de tomate, para un rendimiento de 30 kg/m² y dosis de fertilización sugerida para dos etapas de desarrollo. UAAAN.UL.2011.

Nutrimentos	Consumo Neto		Fertilización. Kg/ha/día	
	Kg/t*	Kg/ha	Crecimiento	Producción
N	2.1	630	1.5-3.5	3.5-4.5
P2O5	0.7	210	0.8- 1.2	1.0-1.5
K2O	4.4	1320	2.5-5.0	6.0-7.0
Ca	2.3	690	1.5-3.5	3.0-4.0
Mg	0.4	120	0.4-0.8	0.7-0.9

Fuente Godoy et al. (2008).

Cuadro 3.2. Consumo neto y aportaciones de nutrimentos para un rendimiento de tomate de invernadero de 3.4 kg/m² en suelo y 31.1 kg/m² en sustrato, durante un ciclo de 255 días, en dos sistemas de producción. UAAAN.UL.2011.

Nutrimentos	Consumo Neto *	Aportación Total	
		Suelo	Sustrato
Kg/ha			
N	716	920	1748
P2O5	234	342	452
K2O	1496	1520	3636
Ca	782	1050	2170
Mg	136	290	731

Fuente Ojodeagua et al., (2007).

3.8 Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño aumentado completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los híbridos: RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905 y el portainjerto MAXIFORT, con los medios de sustrato fibra de coco y suelo.

3.9 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron numero de furtos chicos/ha, numero de frutos medianos/ha, numero de frutos grandes/ha, numero de furtos extra gandes/ha, rendimiento al 5to corte/ha, rendimiento al 10mo corte/ha, rendimiento al 15vo corte/ha, rendimiento total/ha, diámetro polar (mm), diámetro ecuatorial (mm), altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), y longitud de hoja (cm).

3.10 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza para determinar presencia o ausencia de diferencias significativas entre portainjerto, híbridos o interacción de ambos, cuando se encontraron tales diferencias se realizo una comparación de media por el método DMS al 5 %. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Calidad del fruto

4.1.1 Fruto chico

El análisis de varianza presento significancia ($p \leq 0.05$) únicamente para medio (Cuadro 1A). En el cuadro 4.1.1 se puede observar que en fibra de coco se presento más fruto chico con la cifra de 24938690 y significativamente diferente el cultivado en suelo

Cuadro 4.1.1 Medias para la variable de número de frutos chicos/ha en sustrato fibra de coco y suelo con los híbridos estudiados RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905, bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL. 2011.

Medios	Niveles de significancia
Fibra de coco	24938690 a
Suelo	10497550 b

4.1.2 Fruto mediano

El análisis de varianza no presento diferencia significativa para medio e híbridos (Cuadro 2A). La media general de numero de frutos medianos que se presento fue de 10105060 y su coeficiente de variación fue de 55.91%.

4.1.3 Fruto grande

El análisis de varianza no presento diferencia significativa para medio e hibrido (Cuadro 3A). La media general de frutos grandes que se presento fue de 10756095 y el coeficiente de variación fue de 46.08%

4.1.4 Fruto extra grande

El análisis de varianza no presento diferencia significativa para medio e hibrido (Cuadro 4A). La media general de frutos extra grandes que se presento fue de 9725030 y su coeficiente de variación fue de 45.82%

4.1.5 Rendimiento del 5to corte

El análisis de varianza no presento diferencia significativa para medio e hibrido (Cuadro 5A). La media general fue de 15.58 t/ha y el coeficiente de variación fue de 82.04%.

4.1.6 Rendimiento del 10mo corte

El análisis de varianza no presento diferencia significativa para medio e hibrido (Cuadro 6A). La media que se presento fue de 29.21 t/ha y el coeficiente de variación fue de 52.63%

4.1.7 Rendimiento del 15vo corte

El análisis de varianza no presento diferencia significativa para medio e hibrido (Cuadro 7A). La media que se presento fue de 41.22 t/ha y el coeficiente de variación fue de 35.01%

4.1.8 Rendimiento total

El análisis de varianza presento significancia únicamente en medio (Cuadro 8A). En el cuadro 4.1.2 se puede observar que el sustrato fibra de coco presento mayor rendimiento con 61.976 t/ha y significativamente diferente el cultivado en suelo.

Cuadro 4.1.2 Medias para la variable del rendimiento total de corte en sustrato fibra de coco y suelo con los híbridos estudiados RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905, bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.

Medios	Niveles de significancia
Fibra de coco	61.976 a
Suelo	34.633 b

4.1.9 Diámetro polar

El análisis de varianza no se presento ninguna diferencia significativa en medio e híbrido (Cuadro 9A). La media general que se presento fue de 5.75 mm y el coeficiente de variación de 14.56%.

4.1.10 Diámetro ecuatorial.

El análisis de varianza no se presento ninguna diferencia significancia en medio e híbrido (Cuadro 10A) La media general que se presento fue de 3.62mm y coeficiente de variación fue de 13.26%.

4.2 Altura de la planta.

El análisis de varianza presento significancia únicamente para medio (Cuadro 11A). En el cuadro 4.2 se puede observar que el sustrato fibra de coco fue el que presento mayor altura con 178. cm y significativamente diferente el cultivado en suelo.

Cuadro 4.2 Medias para la variable de la altura de planta en sustrato fibra de coco y suelo con los híbridos estudiados RAFAELLO, DONATELLO, SAHEL, VENGADOR, 905, bajo condiciones de casa sombra, durante el periodo Julio – Nov. 2010 en la Comarca Lagunera UAAAN.UL.

Medios	Niveles de significancia
Fibra de coco	178.0 a
Suelo	160.4 b

4.3 Diámetro de tallo

El análisis de varianza no presento ninguna significancia en medio e híbrido (Cuadro 12A). La media general que se presento fue de 14.20 mm y su coeficiente de variación fue de 8.18%

4.4 Longitud de hoja.

El análisis de varianza no se presento ninguna diferencia significativa en medio e híbrido (Cuadro 13A). La media general que se presento fue de 42.60cm y el coeficiente de variación fue de 15.72%.

V. CONCLUSION

Para la variable de los frutos chicos presento significancia en el medio en cambio para híbrido no presento significancia. El híbrido que tuvo más número de frutos fue Donatello en sustrato fibra de coco con 5515. en cambio suelo el más bajo con Sahel con un número de frutos de 580

Para la variable de los frutos medianos, grandes y extra grandes no presentaron significancia en el medio e híbrido.

En la variable de los rendimientos del 5to, 10vo, 15vo no tuvieron presencia de significancia para el medio e híbrido. En cambio para el rendimiento total presento significancia para el medio y no para el híbrido. El híbrido que presento más rendimiento fue Sahel con el portainjerto Maxifort en sustrato fibra de coco y el que tuvo menos rendimiento fue para el híbrido 905 en suelo.

No existieron varianzas significativas para las variables de calidad de fruto en medio e híbrido para diámetro polar, diámetro ecuatorial.

La variable de altura de planta presento significancia solamente para el medio. En sustrato de coco se presento mayor altura. El híbrido que presento mayor altura fue Raffaello con una altura de 194cm.

En la variable de la longitud de hoja no hubo significancia para medio e híbrido. Pero hubo igualación en diferentes híbridos los que se presentaron con la misma longitud fueron Donatello y Raffaello en el sustrato de fibra de coco, y 905 en suelo.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

. En cuanto a la variable del diámetro de tallo no se presentó significancia para medio e híbrido. El híbrido con más grosor fue Vengador en suelo con un diámetro de 17mm de grosor.

Estos híbridos tienen una excelente adaptación en el verano- otoño. Para este ciclo de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate con el portainjerto Maxifort, bajo las condiciones climáticas prevalecientes durante periodo verano- otoño. El sistema de producción de tomate en casa sombra en esta época se obtuvo rendimientos potenciales con el híbrido de Sahel en sustrato fibra de coco.

VI. LITERATURA CITADA

- Abad, M. y P. Noguera. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. C. Cadahía (Coord). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp. 287-342.
- Abad, M. y P. Noguera. 2000. Los sustratos en cultivo sin suelo. In: Manual de cultivo sin suelo. M. Urrestarazu (Ed.). Manuales Universidad de Almería, servicio de publicaciones. 137-182 pp.
- Ahn, S.J., Y.J. Im., G.C. Chung, B.H. Cho y S.R. Suh. 1999. Physiological responses of grafted-cucumber leaves and rootstock roots affected by low temperature. *Sci. Hortic.* 81: 397-408.
- Alcazar-Esquinas, J.T. 1981. Genetics Resources of Tomatoes and Wild Relatives. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 101: 358-360.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. In: Curso internacional de producción de hortalizas en invernaderos. Editores, Castellano, J. Z; M. R. J. J. Celaya, Guanajuato, Mexico pp 147-152.
- Bletsos, F., C. Thanassoulououlos y D. Roupakias. 2003. Effect of grafting on growth yield, and *Verticillium* wilt of eggplant. *Hortsci.* 38: 183-186.
- Bouzo C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Búres, S. 1998. Introducción a los sustratos. Aspectos generales. In: Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal. J.Narciso Pastor S. (ed.). Universidad Lleida. pp: 19-31.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. En: Memorias del 1er Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cadahía, L. C. 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. pp: 347-348. Fertirrigación, cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ediciones Mundiprensa. México.
- Camacho, F. F. y E. J. Rodríguez. 2009. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería.
- Caraveo, L.F.J. 1994. relaciones nutrimentales en el cultivo hidropónico de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) empleando el polvo de bonete de coco como sustrato. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Edafología. Montecillo. Mexico p 9-67.
- Carvajal, M., A. Cerda y V. Martínez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders Plant Growth Regulation. 30: 1pp.37-47. M/CSIC/Ctr Edafol & Biol Aplicada Segura. Dept Fisiol & Nutr Vegetal/POB 4195/Murcia. Spain.
- Cásseres , E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera Edición Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. San José Costa Rica. Pp 71-101.
- Castellanos, J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. 20 de noviembre. Celaya, Gto, México.
- Castellanos, J. Z.; Uvalle, J. X. y Aguilar, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. Colección INCAPA. San Miguel de Allende, Guanajuato, México. pp. 72-74.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

- Castellanos J.Z y Vargas T.P. 2003. El uso de sustratos en la horticultura bajo invernadero. In: manual de producción de horticultura en invernaderos. En: Castellanos J: Z (Ed) Intagri 2ª edición Celaya Guanajuato p 124-150.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México
- Chung H.D., S.J. Youn y Y.J. Choi. 1997. Effects of rootstock on yield, quality and components of tomato fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38: 603-607.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate Acta Hort. 229. pp. 113- 123.
- De Boodt, M., O. Verdonck e I. Cappaert.1974. Method for measuring the wáter release curve of organic susbstrates. Acta Horticulture, 37:2.054-2.062.
- Dieleman, A. y E. Heuvelink. 2005. Gebruik van onderstammen bij vruchgroenten. Planta Res. Inter. Nota 367. 1-37.
- Edmond J. E. y F. Andrews S. 1984. Principios de Horticultura. Séptima edición. Editorial Continental. México. Pp 487-492.En: "El cultivo del tomate". Ediciones y Promociones LAV, S. L. Valencia.
- Escudero, J. 1993. Cultivo hidropónico del tomate. In: Curso Superior de Especialización sobre cultivos sin Suelos. F. Cánovas y J.R. Díaz (Eds.). I.E.A./F.I.A.P.A., Almería, pp. 261-297.
- Ferreira, C. C. 2002. El CO2 elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.
- Fonteno, W.C. 1996. Growing media: Types and physical/chemical properties. In: Water, media and nutrition for greenhouse crops. David Wm. Reed (Ed). Ball Publishing. Batavia, Illinois, EE.UU.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

- Francescangeli N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario, San Pedro Buenos, Aires, Argentina
- Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- Godoy, H.H., J.Z. Castellanos, G.G. Alcantar, V.M. Sandoval y J.J. Muñoz 2008. Efectos del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca, y extracción de nutrimentos. Terra Latinoamericana. 27, 1-11.
- Godoy, H.H., J.Z. Castellanos, G. Alcántar V. M. Sandoval, J.J. Muñoz, 2009. Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca, extracción y diagnostico de nutrimentos en planta y suelo, en invernadero. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Gordon R. H. y J. A. Barden. 1992. Horticultura. AGT Editor S.A. México. pp 528-532.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T, Davies, Jr. y R.L. Geneve. 2002. Planta propagation, principles and practices. 7th ed. Prentice hall. N.J., USA. 880p.
- Heiser, C.J. 1969. Lave apples. In Nightshades: The Paradoxican Plants. Freeman. San Francisco CA, pp. 53-55.
- Hernández, O. J. y Miranda, V. I. 1999. Hidroponía Universidad Chapingo. Área de agronomía. Serie de publicaciones ACRIBOT. No.2, carretera México- Texcoco. Km., 38.5 Pp. 1 y 23.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 pp. Brurin Israel.
- Infoagro. 2002. Cultivo del tomate. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate> 3. Asp.López, J., M. Dorais , N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pression deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

- Infoagro, 2004. "[http://www. Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp](http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp). Del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Jeffree C. E., y M.M. Yeoman. 1982. Developmente of intercellular connections between opposing cells in a graft union. *New phytol.* 1983: 491-509.
- Kim, S. E., K. H. Jung., y J. M. Lee. 1999. Contents of mineral elements and cytokinins in xylem sap of two oriental melon cultivars affected by rootstock. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17: 742-746.
- Kinet, J. M. 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato *Sci. Hort.* 6: 15-26.
- Kubota, C., M. A. McClure, B. N. Kokalis, M.G. Bausher y E. N. Roskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use and current technology status in North America. *Hort. Sci.* 43: 1664-1669.
- Lax, A., A. Roing y F. Costa.1986. A method for determining the cation-exchange capacity of organic materials. *Plant and Soil* 94:349-355.
- Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. current status, grafting methods, and benefits *Hort. Sci.* 29: 235-239.
- Lee J. M. y M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28: 61-124.
- Lee, J. M. 2003. Advances in vegetable grafting. *Chronica Horticulturae* 43: 13-19
- Lemaire, F. 1997. The problem of the bioestability in organic susbstrates. *Acta Horticulture* 450:63-69.
- Lemaire, F., A. Fatigues, L.M. Reviere, S. Charpentier y P. Morel. 2003. Cultures en post et conteneurs, principes agronomiques et applications, 2^a ed. INRA. Paris. 210 p.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

- López, J., M. Dorais , N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- Maroto, B.J.V. 1990. Elementos de Horticultura General. Ediciones Mundi-Prensa Madrid España. pp 343.
- Martínez, F.X.,1993. Propuesta de metodología para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos. Actas de Horticultura, 11:55-66.
- Miguel, A. 1997. El injerto de hortalizas. Ed. Generalitat Valenciana, Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia, España. 88 p.
- Moore, R. y D.B. Walter. 1981. Studies of vegetative compatibility-incompatibility in higher plants. I. A structural study of a compatible autograft in *Sedum telephoides*. Am. J. Bot. 68: 820-830.
- Núñez A.N, E. García, P.N. Medina, T.M.G. Miranda, L.R. Rodríguez, G.A. Hernández, LD. 2006. Efecto sobre el contenido de Licopeno de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Sembrado en invernadero bajo Diferentes Sistemas de Cultivo con y sin Injerto. En:VII congreso nacional de ciencias de los alimentos y III foro de ciencia y tecnología de alimentos. Celaya Gto. Instituto Tecnológico de Celaya. Dpto. Ingeniería Bioquímica, p 340-345-
- Ojodeagua, J.L., J.Z. Catellanos, J.J.Muñoz, G.E. Alcantar, L.Tijerina, T.P. Vargas, S. Enríquez. 2008. Efecto del incremento salino (NaCl) de la solución nutritiva sobre el rendimiento y calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en tezontle bajo invernadero.
- Oda, M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Ext. Bull. Food y Fert. Tech. Center. 480:1-11.
- Pastor S.N.J 2000. Utilización de sustratos en viveros. Revista Terra 17:3-231. Universidad de Lleida. Dep de Hortofruticultura. España.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

- Pérez, M. D. 2001 Evaluación de micro nutrientes aplicados en la solución nutritiva y foliarmente para la producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura. U. A. A. Antonio Narro UL. Torreón Coahuila México. Pp. 35.
- Requejo, L.R, Escobedo B.L, Olivares S.E y García G.S.J. 2004. Producción de tomate cultivas floradade en dos sustratos hidropónicos a solución perdida y recirculada. En: Memorias dirección de investigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México p 201-207.
- Resh H.M. 2001. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. 5ª edición. Ediciones Mundi- Prensa. pp. 558.
- Rivero R.M., J. M. Ruiz, E. Sánchez, y L. Romero. 2003^a. Does grafting provide tomato plants an advantage against H2O2 production under condition of termal shock? *Physiol. Plant.* 117: 44-50.
- Rodríguez R. R., Tabares R. J. y J. Medina S. 1997. Cultivo Moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 65-81.
- Rodríguez M. R. Y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. *En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.* Venecia Durango. Pp. 58-65.
- Rojas, M. 1982. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Edit. McGRAW-HILL. México D. F. pp.- 108-118.
- Ruiz J., M. A. Belakbir, y L. Romero. 1996. Foliar level of phosphorus as its bioindicators in Cucumis melo grafted plants. A. possible effect of rootstock. *J. Plant physiol.* 149: 400-404.
- Ruiz J., M. A. Belakbir, C. I. López y L. Romero. 1997. Leaf- macronutrient content ad yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scie. Hortic.* 71: 227-234.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

- Sagarpa 2002. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Volumen 1. Centro de Estadísticas Agropecuarias. D.F. Mexico.
- Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Pp. 35, 38 y 45.
- Samperio, R.G. 2004. Un paso más a la hidroponía. Diana (Edt). pp 65.
- Sandoval, V.M. 2005. Densidad de Plantas. Un dilema técnico en la producciones de tomate rojo en hidroponía e invernaderos. Productores de hortalizas. Especial de tomate. Numero especial 14-17.
- Sánchez, C.F. 2001. Producción comercial de jitomate en hidroponía bajo invernadero. In: VII Curso Internacional de Sistemas de Riego. Memorias. Volumen III. En: UACH. Departamento de Irrigacion p.III-287.
- Sánchez, F. y Escalante, E. R. 2001. Hidroponía principios y métodos de cultivos. Tercera edición. U. A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 119-151.
- Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión. 45 paginas.
- Santa-Cruz A., M. M. Martínez, J. Cuartero y M.C. Bolarin. 2001. Response of plant yield and ion contents to salinity in grafted tomato plants. Acta Hort. 559: 413- 417.
- Santibáñez, E. 1992. La comarca Lagunera, ensayo monográfico. Tipográfica Reza S. A. Torreón, Coahuila, México. pp. 14.
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.
- Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.
- Valadéz L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D.F. Pp. 198-222.

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

Van Haeff, J.M.1983. Manual para educación agropecuaria. Tomate. Tercera impresión. Editorial Trillas, México, D.F. pp. 11-16.

Vargas, E. 2005. Efecto del injerto y la variedad, sobre el rendimiento y caliber del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil) bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33, Celaya, Gto.

VII. APENDICE

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

Cuadro 1A. Análisis de varianza para variable numero de frutos chicos en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	5.21366	5.21366	8.07	*
Hibrido	4	4.8362	1.20905	1.87	NS
Error	4	2.58444			
Total	9	1.26343			
C.V		45.36654			
Media		17718120			

Cuadro 2A. Análisis de varianza para variable numero de frutos medianos en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	1.48235	1.48235	4.64	NS
Hibrido	4	1.52963	3.82407	1.2	NS
Error	4	1.27689			
Total	9	4.28888			
C.V		55.91258			
Media		10105060			

Cuadro 3A. Análisis de varianza para variable numero de frutos grandes en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	2.67445	2.67445	1.09	NS
Hibrido	4	1.80433	4.51084	1.84	NS
Error	4	9.82655			
Total	9	3.05444			
C.V		46.08037			
Media		10756095			

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

Cuadro 4A. Análisis de varianza para variable numero de frutos extra grandes en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	9.32479	9.32479	0.47	NS
Hibrido	4	1.73342	4.33357	2.18	NS
Error	4	7.94509			
Total	9	2.62118			
C.V		45.82776			
Media		9725030			

Cuadro 5A. Análisis de varianza para variable numero de fruto rendimiento al 5to corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	56.93425	56.93425	0.35	NS
Hibrido	4	530.62726	132.65681	0.81	NS
Error	4	653.62612			
Total	9	1241.187638			
C.V		82.04138			
Media		15.58123			

Cuadro 6A. Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 10mo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	878.53785	878.53785	3.72	NS
Hibrido	4	809.7151	202.42877	0.86	NS
Error	4	945.91539			
Total	9	2634.168355			
C.V		52.63584			
Media		29.21559			

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

Cuadro 7A. Análisis de varianza para variable de fruto rendimiento al 15vo corte en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	1309.768091	1309.768091	6.29	NS
Hibrido	4	1498.410235	374.602559	1.8	NS
Error	4	833.364778			
Total	9	3641.543105			
C.V		35.01373			
Media		41.22391			

Cuadro 8A. Análisis de varianza para variable de rendimiento total en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	1869.163379	1869.163379	9.85	*
Hibrido	4	2027.008166	506.752041	2.67	NS
Error	4	758.968212			
Total	9	4655.139757			
C.V		28.51648			
Media		48.30431			

Cuadro 9A. Análisis de varianza para variable diámetro polar de fruto en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	0.11449	0.11449	0.16	NS
Hibrido	4	11.30044	2.82511	4.02	NS
Error	4	2.81276			
Total	9	14.22769			
C.V		14.56094			
Media		5.759			

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

Cuadro 10A. Análisis de varianza para variable diámetro ecuatorial de fruto en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT. UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	0.27889	0.27889	1.2	NS
Hibrido	4	2.48606	0.621515	2.68	NS
Error	4	0.92606			
Total	9	3.69101			
C.V		13.26606			
Media		3.627			

Cuadro 11A. Análisis de varianza para variable de altura de planta en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	774.4	774.4	9.4	*
Hibrido	4	1101.6	275.4	3.34	NS
Error	4	329.6			
Total	9	2205.6			
C.V		5.36492			
Media		169.2			

Cuadro 12A. Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo chico en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	1.6	1.6	1.19	NS
Hibrido	4	8.6	2.15	1.59	NS
Error	4	5.4			
Total	9	15.6			
C.V		8.182359			
Media		14.2			

TESIS DE ANEL CRISTINA REYES DIAZ

Cuadro 13A. Análisis de varianza para variable longitud de hoja en suelo y sustrato de coco de los híbridos estudiados en el portainjerto MAXIFORT.UAAAN.UL.2011.

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. calculada	Significancia
Medio	1	3.6	3.6	0.08	NS
Hibrido	4	45.4	11.35	0.25	NS
Error	4	179.4			
Total	9	228.4			
C.V		15.72069			
Media		42.6			