

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**Comportamiento del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en Cuatro  
Mezclas de Sustrato.**

**Por:**

**SERGIO LOPEZ GUEVARA**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,**

**Junio, 2002**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**Comportamiento del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en Cuatro  
Mezclas de Sustrato**

**TESIS**

**Presentada por**

**POR:**

**SERGIO LOPEZ GUEVARA**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito  
parcial para Obtener el Título de:  
Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

-----  
**M.C. José G. Ramírez Mezquitic**

**Presidente del Jurado Calificador**

-----  
**Dr. Fernando Borrego Escalante**

**Sinodal**

-----  
**M. C. José Hernández Dávila**

**Sinodal**

-----  
**Dr. Alfonso López Benítez**

**Sinodal**

-----  
**M.C. Reynaldo Alonso Velasco**

**CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 2002.**

## **-AGRADECIMIENTOS**

A la universidad Autónoma Agraria “ Antonio Narro”, nuestra alma mater, por haberme abierto sus puertas, y darme la oportunidad de hacer una carrera profesional.

Al departamento de Horticultura, y a todos quienes lo integran por haber dado siempre lo mejor de si mismos, para que pudiéramos realizarnos como profesionistas.

Al MC. José Gerardo Ramírez Mezquitic. Por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación, y por sus valiosos consejos.

Al Doctor Fernando Borrego Escalante, Mi mas sincera admiración por sus valiosas asesorias durante mi trabajo de tesis, y por haber participado como un miembro mas del jurado

Al Doctor Alfonso López Benítez. Por su colaboración en la revisión de este trabajo, y por haber participado como un miembro mas del jurado

Al MC. José Hernández Dávila. Por su colaboración en la revisión de este trabajo y por haber participado también como uno mas del jurado

Al Ing. Fidel Oyervides Martines, Por sus valiosos consejos que nunca olvidare.

A mis compañeros de la generación XCII de horticultura, ya que con ellos compartimos muchas experiencias, las cuales nunca olvidare, y siempre los recordare con mucho afecto.

A Lourdes Azuara Hervert, Francisco Javier Azuara Hervert, Armando Rodríguez, Juan Manuel, Gabriela, Don Rubén, por ser unas personas tan bellas, por haberse portado tan bien conmigo, que Dios los bendiga siempre y nunca los olvidare

A mis amigos, Gerardo, Víctor, Andrés, Manuel, Mario, Omar, ya que con, ellos compartí gran parte de mi vida, Y a todas aquellas personas Que de una forma u otra colaboraron para que yo me pudiera realizar como profesionalista, que inconscientemente no nombre les pido una disculpa y gracias.

## DEDICATORIAS

### **A Dios:**

Que medio la vida, por haberme guiado por el buen camino, por haberme dado fuerzas para lograr una meta mas en mi vida , y por traer siempre alegría y bienestar a nuestras familias.

### **A mis padres:**

David López Guzmán

Maria Guevara Ramírez

Por sus buenos consejos, sacrificios, por haber hecho de mi una persona de bien, y útil a la sociedad, sobre todo por haber depositado plenamente su confianza en mi, ya que sin su apoyo no hubiera yo llegado a ningún lado para ellos con toda mi admiración y el respeto que se merecen.

### **A mis hermanos:**

Pedro (+)

Ma Elena

Adolfo

Reina

Víctor

Luz Angélica

David

Ma Isabel

Por sus consejos, Ya que con ellos compartí toda mi vida.

**A mis cuñados (a):**

Sandra

Ma del Carmen

Pablo

Luis

**A mis sobrinos**

Manuel

Mariela

José Guadalupe

Pedro

Leonardo

Eduardo

Juan Carlos

Luis Gerardo

Por llenar de alegría nuestra casa

**A mis tíos :**

Ana y Raúl

José

Jesús

Carmen

Salomón

Agustín

Rogelio

German

Mario

Elías

José Luis

Guillermina

Por sus valiosos consejos y apoyo moral que siempre recibí de ellos , a todos ellos con toda mi admiración y respeto

**A mis abuelitos:**

**Agapito**

**Esther**

**Cipriano (+)**

**Josefina (+)**

Con todo mi cariño y admiración

**A mis primos**

Arturo, Gerardo, Jorge, Julio, Juan Antonio, Jaime, José, Lucila, Carmelita , Pati, Jhanette, Karina, Rene, German, Andrés, Claudia, Cristina, Marianita, Gloria, y en general a toda mi familia

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	III
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	lx
INDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen e Historia.....	3
Clasificación Botánica.....	3
Requerimientos Climáticos y Edáficos.....	4
Temperatura.....	4
Luminosidad.....	5
Humedad Relativa.....	5
Suelo.....	6
Tomate en Hidroponía.....	6
Manejo.....	6
Colocación del Sustrato.....	6
Semillero.....	7
Transplante.....	7
Marco de Plantación.....	8
Nutrición y Riego.....	8
Tutoreo.....	9
Poda y Eliminación de Chupones.....	9
Poda de Hojas.....	10
Polinización.....	10
Calidad del Fruto.....	11
Ventajas del Cultivo sin Suelo, sobre Cultivos en Suelo.....	12
Sustratos.....	12
Definición de Sustrato.....	12
Propiedades de Los Sustratos.....	13
Propiedades Físicas.....	13
Porosidad.....	13
Densidad.....	14
Estructura.....	14
Granulometría.....	15
Espacio Poroso Total.....	15
Capacidad de Aireación.....	16
Agua Fácilmente Disponible.....	16
Agua Difícilmente Disponible.....	17



Otras Propiedades Físicas.....	17
Capacidad del Contenedor.....	17
Temperatura del Sustrato.....	17
Propiedades Químicas.....	18
Capacidad de Intercambio Cationico.....	18
pH del medio.....	19
Salinidad.....	19
Características del Sustrato Ideal.....	20
Características Físicas.....	20
Características Químicas.....	20
Perlita.....	21
Generalidades.....	21
Proceso de fabricación.....	22
Características de la Perlita.....	24
Físicas .....	24
Espacio Poroso Total.....	24
Capacidad de Aireación.....	24
Agua Difícilmente Disponible.....	25
Propiedades Químicas.....	26
Ph del Medio.....	26
Salinidad.....	26
Tipos de Perlita y su Presentación Comercial.....	27
Turbas.....	30
Generalidades.....	30
Turberas .....	30
Los Sphagnum.....	32
Descomposición de la Turba.....	33
Grado de Descomposición.....	33
Clasificación.....	34
Turbas Sphagnum Rubia.....	35
Tubas Sphagnum Negra.....	35
Presentación del Producto.....	37
Usos Actuales de la turba.....	37
Mezclas.....	38
MATERIALES Y METODOS.....	40
Descripción del Sitio Experimental.....	40
Geografía.....	40
Clima.....	40
Material Utilizado.....	41
Material de campo.....	41
Sustrato.....	41
Material de Laboratorio.....	42
Siembra.....	42
Transplante.....	43
Labores Culturales.....	43
Poda.....	43

Tutoreo.....	44
Riego.....	44
Fertilización.....	45
Plagas y Enfermedades.....	46
Plagas.....	46
Enfermedades.....	46
Descripción de los Tratamientos.....	46
Variables Evaluadas.....	47
Fonológicas.....	47
Días a Primer Corte.....	47
Días en Cosecha.....	48
Numero de Cortes por planta.....	48
Variables Morfológicas.....	48
Peso Fresco de la Planta.....	48
Peso Seco de la Planta.....	48
Peso Fresco de Raíz.....	49
Peso seco de Raíz.....	49
Variables de Rendimiento.....	49
Gramos por Planta.....	49
Numero de Frutos por Planta.....	49
Peso Promedio del Fruto.....	50
Variables de Calidad.....	50
Grados Brix.....	50
Firmeza.....	50
Diámetro del Fruto.....	51
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
Días a Primer corte.....	52
Días en Cosecha.....	53
Numero de Cortes por Planta.....	54
Peso Fresco de la Planta.....	55
Peso Seco de la Planta.....	56
Peso Fresco de Raíz.....	57
Peso Seco de Raíz.....	58
Gramos por Planta.....	59
Numero de Frutos por Planta.....	60
Peso Promedio del Fruto.....	61
Grados Brix.....	62
Firmeza con Cáscara.....	63
Firmeza sin Cáscara.....	64
Diámetro Polar.....	65
Diámetro Ecuatorial .....	66
<b>CONCLUSIONES</b> .....	67
<b>RESUMEN</b> .....	68
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	70
<b>APENDICE</b> .....	73

## INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Composición Química de la Perlita Comercial.....	21
Cuadro 2. Tipos de Perlita y sus Propiedades.....	27
Cuadro 3. Valores Medios de las Propiedades mas Importantes de las Turbas.....	36
Cuadro 4. Fertilizantes Utilizados en el Experimento.....	45
Cuadro 5. Descripción de los Tratamientos.....	47
Cuadro 6. Análisis de Varianza.....	73
Cuadro 7. comparación de Medias para la Variable Días a Primer corte.....	73
Cuadro 8. comparación de medias para la variable Días en Cosecha.....	74
Cuadro 9. comparación de medias para la variable Numero de cortes por Planta.....	74
Cuadro10. Análisis de Varianza para Características Morfológicas.....	75
Cuadro 11. comparación de Medias para la Variable Peso fresco de la Planta.....	75
Cuadro 12. Comparación de Medias para la Variable Peso seco dela Planta.....	76
Cuadro13.comparación de Medias para la variable Peso fresco de Raíz.....	76
Cuadro14. comparación de Medias para la variable peso seco de Raíz.....	77
Cuadro15. Análisis de varianza para Características de Rendimiento.....	77
Cuadro 16. Comparación de medias para la variable Gramos por Planta.....	78
Cuadro. 17. Comparación de medias para la variable Numero de frutos por Planta.....	78
Cuadro 18. comparación de Medias para la variable Peso Promedio del Fruto.....	79
Cuadro 19. Análisis de varianza para las Variables de calidad.....	79
Cuadro 20. Comparación de Medias para la Variable grados Brix.....	80
Cuadro 21. comparación de Medias para la Variable Firmeza con Cáscara.....	80
Cuadro 22. Comparación de Medias para la Variable Firmeza sin Cáscara.....	81
Cuadro 23. Comparación de Medias para la Variable Diámetro Polar.....	81
Cuadro 24. Comparación de Medias para la Variable Diámetro ecuatorial.....	82

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Días a Primer Corte.....	52
Figura 2. Días en Cosecha.....	53
Figura 3. Numero de Cortes por Planta.....	54
Figura 4. Peso Fresco de la Planta.....	55
Figura 5. Peso Seco de la Planta.....	56
Figura 6. Peso Fresco de Raíz.....	57
Figura 7. Peso Seco de Raíz.....	58
Figura 8. Gramos por Planta.....	59
Figura 9. Numero de Frutos por Planta.....	60
Figura 10. Peso Promedio del Fruto.....	61
Figura 11. Grados Brix.....	62
Figura 12. Firmeza con Cáscara.....	63
Figura 13. Firmeza sin Cáscara.....	64
Figura 14. Diámetro Polar.....	65
Figura 15. Diámetro Ecuatorial.....	66

## INTRODUCCIÓN.

El cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum mill.* Es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo ya que a partir de él se puede obtener un sin número de subproductos, mundialmente ocupa el segundo lugar al ser superado solo por la papa, en México uno de los más importantes en cuanto a generación de divisas, ya que las estadísticas reportan un volumen de exportación de 963,798 toneladas (USDA1998 citado por Domínguez 2002).

En el año agrícola 2000 la superficie nacional sembrada con tomate fue de 76,234 hectáreas, siendo los estados de Sinaloa, Michoacán y Baja California Norte los que más producen (INEGI 2001), además de las divisas también genera un gran número de empleos ya que 75000 hectáreas se emplean aproximadamente 172,289 trabajadores, lo cual representa un 3.3 % de la PEA empleada en el sector agropecuario (Muños et al 1995).

Como es bien sabido la problemática que se tiene con los cultivos a campo abierto como plagas, enfermedades, temperatura y suelo, ya que al usar suelo natural se tienen problemas entre otros; compactación y por ende un pobre desarrollo radicular corre el riesgo de asfixia. Por eso el presente trabajo va enfocado a buscar nuevas técnicas de producción evitando con esto reducir los costos del cultivo al encontrar la mezcla del sustrato más apropiada que se acomode al estilo de vida de los productores, además incrementar la producción a un menor costo.

## **Objetivos**

Encontrar la mejor mezcla en la que se obtengan los mejores rendimientos y economía en el cultivo del tomate bajo condiciones de hidroponía e invernadero.

Estudiar el comportamiento del tomate bajo condiciones de diferentes combinaciones de perlita y peat moss

## **Hipótesis**

Todas las mezclas tienen un efecto similar sobre el desarrollo y productividad de la planta de tomate

## REVISION DE LITERATURA

### Origen e historia.

El tomate es una hortaliza que pertenece a la familia de las solanáceas su nombre científico es *Lycopersicon esculentum mill.*, su origen se localiza en Sudamérica y mas concretamente en la region andina, y posteriormente fue llevado por los distintos pobladores de un lugar a otro extendiéndose así por todo el continente (Rodríguez etal1997).

### Clasificación botánica.

Reino----- vegetal  
División-----Tracheophyta  
Subdivisión-----Pteropsidae  
Clase-----Angispermae  
Subclase-----Persónate  
Orden-----Solanácea  
Genero-----Lycopersicon  
Especie -----esculentum

(Flores 1981)

Por la gran variedad de caracteres morfológicos que existen en las formas silvestres, el genero se dividió en subgéneros:

*Eulicopersicon* (frutos de color rojo), que incluye dos especies; *L. Pimpinelifolium* y *L. Esculentum*.

*Eriopersicon* (frutos de color verde), que incluye cuatro especies; *L. Chesmanii*. *L. Glandulosum*, *L. Hirsutum* y *L. Peruvianum* (Valadez 1998)

### **Requerimientos climáticos y edáficos.**

#### **Temperatura.**

El tomate es una planta termo-periódica, crece y se desarrolla a diferentes temperaturas dependiendo de la etapa fenológica de la planta. La temperatura influye en la distribución de asimilados. Durante la fase de crecimiento vegetativo una temperatura alta arriba de 25° favorece el crecimiento foliar a expensas del ápice, mientras que a una temperatura a bajo de 15° ocurre lo contrario. Las altas temperaturas 20- 26° durante la floración y fructificación provoca caída de flor y evitan el cuajado temperaturas 20-30° (Nuez 1995).

Las temperaturas optimas para el tomate según la etapa de desarrollo son las siguientes:

Temperatura nocturna 15-18°

Temperatura diurna 24-25°



Temperatura ideal en floración 21°

Temperatura ideal para su desarrollo 22-30°

Temperatura por debajo de 7° causa daños fisiológicos. (Rodríguez 1997).

Cuando se presentan altas temperaturas mayores de los 38 ° entre los 5 y 10 antes de la antesis, hay poco amarre de fruto debido a que se destruyen los granos del polen y si las temperaturas prevalecen durante 1 o 3 días después de la antesis el embrión es destruido. (Valadez 1994).

### **Luminosidad.**

El tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, requiere de entre 8 y 16 horas, aunque necesita buena iluminación, poca iluminación reduce la fotosíntesis neta, e implica mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción. (Nuez 1995).

### **Humedad relativa.**

El rango óptimo para el cultivo se encuentra entre el 70 y 80%, aun con temperaturas nocturnas de 13°. Valores superiores al 90% favorece el desarrollo de enfermedades criptogámicas especialmente botrytis. (Nuez 1995).

### **Suelo.**

El tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, cuyos valores de pH se ubican entre 5 y 6.8. En lo referente a la salinidad se clasifica como

medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm. Con respecto a la textura del suelo el tomate se desarrolla en suelos livianos ( arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo mejores los arenosos y limo-arenosos con buen drenaje. (Valadez 1994).

El pH ideal es el mas próximo a la neutralidad (7), debiéndose realizar enmiendas calizas o ácidas si esta por debajo o por encima de la misma. Terrenos con ph de 4 a 5 deben ser enmendados a base de dolomitas o cal apagada y viceversa un ph de 8 a 9 debemos bajarlo mediante acidificantes como el azufre. (Rodríguez 1997).

### **Tomate en hidroponía.**

#### **Manejo.**

##### **Colocación del sustrato.**

Para la colocación del sustrato el suelo debe estar lo mas limpio posible y seco, para esto se pueden poner dos o tres cm de grava fina, o de otro modo simplemente poner un plástico bicolor blanco o negro para evitar la nacencia de malas hierbas, ya que esto dificulta la limpieza del invernadero y favorecería la proliferación de enfermedades en el cultivo ( Escudero 1999).

##### **Semillero.**

La semilla de tomate se siembra en cajas con vermiculita ,peat moss, o perlita sola, se meten en la cámara de germinación a 29.5 °C. A los tres días se sacan , que es cuando comienzan a emerger las plántulas, el ciclo del semillero es de aproximadamente 30 días, esto va a depender de la época del año, ya que en temporadas que hace mas calor la plántula se desarrolla mas rápido, puede tener una ventaja hasta de 10 días en comparación a los tiempos de frío (Escudero 1999).

### **Trasplante.**

El trasplante es muy importante por ende debemos hacerlo con mucho cuidado , evitando cualquier detención en el crecimiento , tratando de no dañar las raíces, por eso es mas recomendable hacerlo con todo y el cepellón que realizarlo a raíz desnuda, ya que puede minimizar esta diferencia es muy importante también que no lleven ningún fruto cuajado , ya que esto detendría el crecimiento de la planta. La planta debe durar mas o menos de 40-45 días en charola, o hasta que tenga de 4-5 hojas verdaderas (Resh 1997).

### **Marco de plantación**

La mayoría de las publicaciones sobre tomate en invernadero recomiendan dar 3 o 4 pies cuadrados(0.28-0.37 m<sup>2</sup> por planta en los cultivos tradicionales; esto representara 36,300-27225)plantas /ha. El marco normal en invernadero de tomate es unos 3.5 pies cuadrados (0.3 m<sup>2</sup> /planta) (12,000 plantas /acre). Las

plantas se colocan en una doble fila por bancada con una separación de 16-18”(40-50cm)entre filas y de (12-14”) 30-36 cm entre plantas. El marco preciso es función de las condiciones de luz, cuanto mayor sea la intensidad lumínica mayor será la densidad y viceversa (Resh 1997).

### **Nutrición y riego.**

Una vez que se a efectuado el transplante deberán comenzarse los ciclos de fertilización. El tiempo entre los ciclos de riego depende de un numero de factores, por ejemplo; época del año, temperatura, medio de cultivo, etapa fenológica, conductividad eléctrica del agua de riego, caudal del gotero y eficiencia del riego. El tiempo de riego varia entre 2 a 10 minutos. En verano cuando la temperatura es alta se suele dar ciclos largos, para disminuir la temperatura del sustrato. La fertirrigacion es muy difícil hacerla exacta. Para ella tendríamos que estar midiendo parámetros continuamente y haciendo análisis. En la practica la fertirrigacion se hace en exceso para evitar problemas en el cultivo, pretendiendo que el exceso de agua y nutrientes sea lo mínimo posible para que la fertirrigacion sea barata.

La duración de riego se obtiene al sumar el tiempo de cada ciclo (escudero 1999).

### **Tutoreo.**

Las plantas deben guiarse verticalmente con esa finalidad es el tutorado. Siendo recomendable la utilización de cuerda de plástico así como la de abrazaderas del

mismo tipo. Las cuerdas deberán fijarse a unos cables de soporte a una altura de 2.5 2 3 metros irán directamente hacia las plantas, dejándose unos dos metros mas de longitud de altura del cable por si se quisiera utilizar las plantas por un periodo mayor al normal, ya que de esta forma podrían bajarse una vez que hubiese alcanzado la altura del cable. Otro forma de tutoreo seria en un gancho de alambre grueso se enreda una cantidad extra de cuerda. Usando este método las plantas pueden mantenerse bajas sin problemas gracias a la cuerda adicional disponible. La cuerda puede estar acoplada a la base de la planta mediante una abrazadera o simplemente atando una vuelta floja alrededor del tallo, por debajo de una hoja sana, por tanto, la cuerda siempre esta girando alrededor del tallo en el mismo sentido generalmente a las agujas del reloj (Resh 1997).

### **Poda y eliminación de chupones.**

Esta consiste en eliminar los pequeños brotes que crecen entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas, esto se hace antes de que se desarrollen demasiado, pues tomarían parte de los nutrientes que son precisos a los frutos esto se eliminan mas o menos cuando tengan una longitud de 2.5 a 5 cm (dos pulgadas), ya que en este momento son frágiles y pueden arrancarse con los dedos sin causar daños en la zona axilar, además que al quitar los chupones a mano presentan mucho menos peligro de transmisión de enfermedades que si se efectuara con una navaja (Resh 1997).

### **Poda de hojas.**

En el sistema de producción intensiva de jitomate la poda de hojas es obligada. De no realizarse esta practica se genera un microambiente de alta humedad relativa en la parte inferior de las plantas, por un lado es propicio para el desarrollo del tizón tardío (*Phitophoptora infestans*) y botritis (*Botrytis cinerea*) y por otro lado disminuye la penetración de la luz que retarda la maduración de los frutos.

La poda de hojas consiste en eliminar hojas maduras y en caso de ser necesario, hojas que todavía son fuente fotosintatos. (Pérez y castro 1999).

### **Polinización.**

Las flores de tomate son fundamentalmente autogamas, una vez que se a producido la gamentogenesis se origina la dehiscencia delos sacos polínicos la deposición de los granos de polen sobre el estigma, el crecimiento del tubo polínico y la fecundación.

Las temperaturas optimas para el cultivo del tomate sin suelo son, nocturnas 15 a 18 °, diurnas 24 a 25 °, humedad relativa 60%. Una humedad mas elevada guarda polen húmedo y pegadizo, con excepción del medio dia y disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente cantidad desde las anteras asta los estigmas un ambiente demasiado seco con humedad relativa inferior al 60% causa la desecación del polen.

Las temperatura del invierno no deberán bajar de 15° durante la noche ni exceder de 29° durante el día, con temperaturas superiores e inferiores el desarrollo del tubo polínico se ve fuertemente reducido. La polinización deberá realizarse al

menos cada dos días y esta consiste en la vibración de los racimos florales y se puede efectúa removiendo las flores con un palo, con los dedos o con un vibrador eléctrico. (Resh 1997).

### **Calidad del fruto.**

El tomate almacenado a 0° tiene una duración aproximada de conservación de 1 a 3 semanas (según variedades y punto de corte); la firmeza en fruto es mayor en cultivo sin suelo que en cultivo con suelo.

Las pectinas tienen gran importancia en la textura del tomate localizadas en las paredes celulares durante la maduración del fruto las disoluciones nutritivas altas en calcio constituyen un factor de calidad ya que el calcio forma parte de las pectinas.

### **Ventajas del cultivo sin suelo. frente a cultivos con suelo.**

Mayor conductividad de riego.

ph menos alcalino.

Mayor cantidad de calcio en la disolución nutritiva.

Mayor cantidad de pectinas y menor cantidad de enzimas pépticas.

Mayor concentración de solutos.

Menor potencial hídrico (menor contenido de agua) (Escudero 1999).

## **sustratos**

## **Que es un sustrato**

Un sustrato es todo material sólido distinto al suelo natural, de síntesis o residual mineral u orgánico, que , colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta (Ansorena 1994).

## **Propiedades de los sustratos.**

### **Físicas**

Ansorena(1994) menciona que de la naturaleza y del tamaño de partículas dependerán principalmente, las propiedades físicas, que son las que podemos ver y sentir; granulometría, color, retención de agua y aeración.

Abad (1993) reporta también que las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primerísima importancia; ya que una vez que el sustrato este en el contenedor la planta creciendo en el, no es posible modificar prácticamente las características del sustrato debe contener: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas que mantendrá las condiciones antes mencionadas, baja densidad aparente, elevada porosidad, estructura estable que impedirá la contracción del medio.



## **Porosidad**

Es el volumen total no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor optimo no debería ser inferior al 80-85% (Terrez et al 1997).

## **Densidad.**

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos mas el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varia según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2.5-3 para la mayoría de los de rigen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo (Terrez et al 1997).

## **Estructura.**

Se refiere a la forma en que esta compuesto un sustrato, puede ser granular como la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable. Acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que en la segunda dependerá de la forma de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementacion, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (Terrez et al 1997).

### **Granulometría.**

La granulometría se refiere a la dimensión de las partículas que constituyen un material disgregado y a la proporción en que se mezclan.

Es común que los sustratos estén formados por la mezcla de partículas(corteza , arena etc), o fibras (turba , lana de roca) de diferentes tamaños. Dependiendo de la naturaleza de estos materiales tendrán en su interior poros de diferentes tamaños, que constituyen la porosidad interna o intra particular, pero además quedaran huecos entre partículas tanto mas grande cuanto mayor será el tamaño de las partículas que componen el sustrato, que dan lugar a la porosidad interparticular. De ahí la importancia de la granulometría en las propiedades físicas (Ansorena 1994).

### **Espacio poroso total.**

Se define como el volumen total del sustrato no ocupado por partículas. Ese es función de la distribución granulométrica que dará como resultado la aparición de poros capilares de pequeño tamaño y poros capilares de mayor tamaño los primeros tienen capacidad de retención de agua, mientras que los no capilares se vacían después de cada riego cuando el sustrato se ha drenado, son por lo tanto poros de aireación (García 1999).

### **Capacidad de aireación.**

Viene definido como el volumen proporcional de sustrato que queda ocupado por el aire después de haber sido saturado y dejado drenar. Es por eso que aparte del espacio poroso no capilar. Como norma general resulta después de una tensión de succión de 10cm de columna de agua ( c.a.).

La capacidad de aireación de un sustrato es modificable con el manejo del riego. Riegos de pequeño volumen y frecuentes van a mantener el sustrato en su máxima capacidad de retención de agua, por lo que la capacidad de aireación no se ve incrementada. Pero riegos amplios y espaciados van a promover que el espacio poroso capilar pierda agua y sea ocupado por aire incrementando así la capacidad de aireación del sustrato.

El déficit de oxígeno a nivel radicular promueve la muerte de las raíces y la aparición de enfermedades fúngicas (GARCÍA 1999).

### **Agua fácilmente disponible.**

Es el agua contenida por el sustrato, después de haber sido saturada y dejado drenar 10 cm de columna de agua (c.a.). El agua fácilmente disponible favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas. Resulta por ello muy importante un valor elevado de esta agua en el sustrato (García 1999),

### **Agua difícilmente disponible**

SE puede definir como un valor de estrés para la planta ya que el gasto energético que la planta a de realizar para obtenerla es elevado, incluso algunas especies de plantas cultivadas no pueden asimilar esta agua, que se define como aquella que

esta retenida a una tensión superior a 100 cm de columna de agua (c.a.), (García 1999).

### **Otras propiedades físicas.**

#### **Capacidad del contenedor.**

La capacidad del contenedor y su forma van a modificar la distribución del agua dentro del mismo. El objetivo es conseguir homogeneidad en esta distribución del agua.

#### **Temperatura del sustrato.**

Dicho de otra forma la inercia térmica va a determinar procesos muy importantes para el cultivo.

La temperatura juega un papel muy importante sobre el oxígeno y la disolución nutritiva. La disponibilidad del oxígeno disminuye con el aumento de la temperatura pero sin embargo aumenta la capacidad de difusión del mismo, así parece que ambos fenómenos se compensen, además se ha descrito una fuerte disminución en la absorción de diversas sustancias nutritivas como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio cuando la temperatura baja de 10-13 °C.

Para el tomate los valores a respetar son:

Mínimo: 13°C por debajo de esta el crecimiento es mínimo y los accidentes son posibles si la temperatura del aire es elevada. La planta manifiesta carencias.

Óptimo: 18-22°C varía según las variedades.

Máximo: 30°C Si el sistema radicular está demasiado caliente se produce un desequilibrio en el crecimiento de la planta, baja la producción y la calidad del fruto (García 1999).

### **Propiedades químicas.**

Abad(1993) Menciona que los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos, ya que interactúan con la solución nutritiva, suministrando nutrientes actuando como reserva de los mismos, a través de la capacidad de intercambio catiónico, que a su vez dependen en gran medida del pH.

#### **Capacidad de intercambio catiónico.**

Se define como la suma de cationes que pueden ser absorbidos por unidad de peso o volumen del sustrato. Estos cationes quedan fuertemente retenidos, frente al efecto lixiviante del agua y están usualmente disponibles para las plantas.

El valor óptimo del sustrato dependerá de la frecuencia del fertirriego que se maneje. Si la fertirrigación es permanente, la C.I.C de los materiales no representa ninguna ventaja, recomendándose mejor el uso de materiales inertes con nula o muy baja C.I.C. en cambio si la fertirrigación es intermitente será mejor la utilización de materiales con moderada o alta C.I.C en todo caso superior a los 20 meq/100gr ( Abad 1993).

## **PH del medio.**

El PH ejerce un efecto muy importante sobre la asimilación de los elementos nutritivos por parte de la planta. Existe un rango óptimo de PH para la absorción de cada elemento, aunque este rango es lo suficientemente amplio como para no generar serios problemas, con pHs de 5.0 –6.5, la mayoría de las sustancias nutritivas mantienen su máximo nivel de asimilación (García 1999).

## **Salinidad.**

La concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato, es modificable por: disponibilidad de humedad del sustrato, el aporte de sustancias nutritivas y su forma de ser aportadas, el estado vegetativo del cultivo, la época del año, la humedad ambiente, la presencia de raíces en descomposición que incrementa la CIC.(García 1999).

## **Características del sustrato ideal**

### **a) Físicas .**

- 1.- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- 2.- suficiente suministro de aire
- 3.- baja densidad aparente.
- 4.- Elevada porosidad que permite una buena aireación y capacidad de retención de agua.
- 5.- estructura estable que impida la contracción o hinchazón del medio

### **a ) Químicas.**

- 1.- Baja o apreciable capacidad de intercambio cationico dependiendo que la fertirrigacion se aplique permanente o de modo intermitente respectivamente
- 2.- Suficiente nivel de sustancias nutritivas asimilables
- 3.- Baja salinidad
- 4.- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- 5.- mínima velocidad de descomposición (García 1999).

## **Perlita**

### **Generalidades**

La perlita esta compuesta principalmente por  $\text{SiO}_2$  (73-75 %) Y  $\text{Al}_2$  (11-13%) y son rocas volcánicas vítreas que sean formado por enfriamiento rápido constituyendo un material amorfo que contiene de un 2 a un 5% de agua combinada. En su procesamiento industrial, una vez triturado el material original, se calienta rápidamente hasta 900 a 1000° y , con lo que se evapora bruscamente el agua constitutiva y la partícula estalla, aumentando su volumen al inflarse entre 20 o 25 veces su tamaño original. El resultado son unos gránulos blancos vitrificados, con porosidad interna, y por tanto muy ligeros. La densidad aproximada es de 125 kg/m<sup>3</sup> cuando la roca original pesaba 1.500 kg/m<sup>3</sup>

Cuadro 1. Composición química de la perlita expandida comercial

	Porcentaje en peso
Si O <sub>2</sub>	73-75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11-13
K <sub>2</sub> O	1-9
Na <sub>2</sub> O	2.5-5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2-1.5
CaO	0.3-2
MgO	0.1-0.8
TiO <sub>2</sub>	0.1-0.5
MnO <sub>2</sub>	0.2-0.7

### **Proceso de fabricación**

La materia prima se extrae de diferentes canteras dispersas por varios países, como Ucrania, Tunes, Grecia, etc, dependiendo del proceso de fabricación de la perlita expandida, de la materia prima utilizada, fundamentalmente su dureza, función de la composición química proporcional del material original , se obtendrán diversos tipos de perlita. No todas la materias primas son las idóneas para la consecución de perlitas aptas para su utilización como sustrato en cultivo sin suelo (García 1999).

Un fabricante puede tender a incluir perlita con menor costo industrial pero de peor calidad, relacionado esta con la dureza y por lo tanto con el mantenimiento de sus propiedades físicas en el tiempo, dado el proceso de desintegración al que se somete durante el cultivo, este deterioro viene dado por la acción mecánica de las raíces y las fluctuaciones térmicas, y la acción química, promovida esta por la solución nutritiva y la interacción del sistema radicular con el medio que lo rodea.



El material original el proceso de fabricación le debemos exigir dos propiedades fundamentales:

Dureza mínima para mantener su estructura sin alteraciones en el tiempo.

Homogeneidad en la distribución de las partículas.

Pasos del proceso de fabricación.

- a) Extracción de la cantera de trituración
- b) Trituración final según granulometría que se pretende conseguir.

Este proceso se puede realizar en las mismas canteras originales o en la fabrica.

Se utilizan molinos de diversos tipos, siendo los mas usados el de martillos, bolas y barras.

Un eje rotatorio de mediana velocidad lleva un collar con varios martillos en su periferia. Al girar el eje, las cabezas de los martillos se mueven siguiendo una trayectoria circular dentro de una armadura, que contiene un plato de ruptura endurecido de casi las mismas dimensiones que la trayectoria de los martillos.

C) Proceso de expansión. La perlita triturada pasa al horno que consta de una cámara de precalentamiento que se encuentra a una temperatura comprendida entre 300 y 400°C para que la expansión posterior no sea brusca, favoreciendo así la formación de partículas de mayor tamaño y menor densidad. Tras el precalentamiento, la perlita pasada al contacto directo con la llama a una temperatura de unos 900°C, con lo que el agua combinada que contiene el material se evapora provocando la expansión y división de la materia prima.

En el horno existen dos corrientes de aire. La primera de ellas, la de empuje, sale desde la llama, y una segunda que se le denomina de extracción. La corriente de

empuje tiene como misión mantener en suspensión las partículas antes de que se produzca la expansión. Al conseguir la temperatura necesaria la perlita expande, consiguiéndose de cada granulo varios mas de distinta granulometría y menor peso. Estas partículas de tan baja densidad son empujadas hasta la zona de influencia del ciclón de extracción. Así toda la perlita que se consigue expandir es succionada para pasar a enfriarse. Puede haber un proceso intermedio de extracción de parte de polvo, lo cual se consigue pasando esta corriente de aire y perlita expandida por filtros, aprovechando la diferencia de densidad, así mismo el enfriado puede ser forzado, o simplemente se estoca y se utiliza una vez fría pasando al envasado (García 1999).

### **Características de la perlita**

#### **Físicas.**

#### **Espacio poroso total.**

La perlita presenta porosidad ocluida que altera el valor de la densidad aparente, pero no así la relación agua –aire, ya que se trata de poros interiores que no tiene comunicación posible con los fluidos.

La perlita B12 tiene una porosidad total de 85.9 (%volumen) y su porosidad ocluida es de 8.1(%volumen), (García 1999).

#### **Capacidad de aireación.**

La capacidad de aireación para la perlita B12 es de 29.1(%volumen).

Agua fácilmente disponible. Para la perlita B12 el agua fácilmente disponible es de 24.6 (%volumen). Normalmente esta agua ocupa los poros capilares pero no los excesivamente pequeños. Una perlita que tenga una distribución de partículas grandes tendrá poco agua disponible, para compensarlo y evitar el estrés de la planta se deberá proceder a incrementar la frecuencia de riego.

Agua de reserva. Para la perlita B12 su valor es de 7.0 (%volumen). Se trata de una agua poco deseable para el sustrato por lo que su valor no debe superar el 10%. El límite de 100cm. Detención no es recomendable para la mayoría de las plantas cultivadas, aunque para ciertas especies hortícola se pueden alcanzar tensiones de hasta 300cm de agua de columna de agua (c.a), sin afectar de modo significativo el crecimiento vegetal (Abad et al 1997).

### **Agua difícilmente disponible.**

Para la perlita B12 esta agua tiene un valor de 25.2 (%volumen). Esta agua es fuertemente retenida y con ella las sales que presenta en disolución.

Composición granulométrica. La composición granulométrica de la perlita define su curva de retención. Esta hace variara la proporción de micro y macro poros. El mejor sustrato se define como aquel material de textura gruesa a media que retiene suficiente agua fácilmente disponible y posee además un adecuado contenido de agua.

Temperatura del sustrato. La perlita es un sustrato de baja inercia térmica en cuanto se encuentra saturada de agua (Abad et al 1997).

## **Propiedades químicas.**

### **pH del medio.**

La perlita tiene un importante efecto tampón sobre el pH de la solución nutritiva, aunque no esta exenta de riesgos ante posibles bajadas de pH en la solución nutritiva.

Capacidad de intercambio cationico Para la perlita la capacidad de intercambio cationico es muy baja menor de 3miliequivalentes por 100 gramos; esta baja C.i.C. resulta favorecedor para el sistema de cultivo en hidroponía al mejorara el control sobre el medio en que se desarrolla la raíz (García 1999).

### **Salinidad.**

Dada la forma de partícula que tiene la perlita y la capacidad de retención de agua, difícilmente asimilable, es poco recomendable utilizar este sustrato con aguas salinas, aunque el margen es amplio. De igual forma se observan fuertes acumulaciones salinas cuando el sustrato pierde cierto grado de humedad. El control de la salinidad va íntimamente ligado al de humedad en el sustrato. En resumen cuando el sustrato pierde cierto grado de humedad, el agua de riego circula por canales preferentes, el sustrato no retiene el agua o la hace con mucha ineficacia y se forman zonas en el saco de cultivo de precipitación de sales (García 1999).

## Tipos de perlita y su presentación comercial.

Tras el proceso de industrialización del material original se obtienen distintos tipos de perlita que se diferencian en la distribución del tamaño de sus partículas y en su densidad los mas comunes son:

cuadro 2. Tipos de perlitas y sus propiedades

Urrestarazu (1997)

Tipos de perlitas				
Propiedad	A-13	B-12	B-9	B-6
DA(gr. /cm <sup>3</sup> )	0,127	0,143	0,086	0,053
Porosidad%Vol.	7,6	8,1	2,4	0,6
Capacidad de aireación %Vol.	58,1	29,1	18,0	24,4
Agua fácilmente disponible%Vol.	6,9	24,6	38,3	36,6
Agua de reserva %Vol.	2,7	7,0	9,5	8,4
Agua total disponible%Vol.	9,6	31,6	47,8	45,0
Agua difícilmente disponible%Vol.	19,3	25,2	28,2	27,8
Espacio poroso total%vol	87,0	85,2	94,0	97,2

- 1) Los de tipo A-13 están formados por fracción denominada gruesa. El diámetro de partícula va desde 3-5 mm y su densidad(100-120 kg/m<sup>3</sup>). Al estar constituida por partículas gruesas presentan una elevada capacidad

de aireación (mayor al 58%) y un contenido de agua fácilmente disponible muy bajo (menor al 7%) debido a estas propiedades se utiliza para mejorar la aireación de otros sustratos en semilleros o en planta ornamental y floricultura.

- 2) Los de tipo B-12 están formados por la fracción denominada media, gruesa y la fracción denominada fina. El diámetro de partícula va desde 0 a 5 mm y su densidad de 105- 125 kg/m<sup>3</sup>. Muestra un elevado contenido de agua fácilmente disponible (mayor o igual al 25%) y una capacidad de aireación mayor o igual al 18% aunque estas características son muy variables. En la actualidad y en algunas casas comerciales se pueden encontrar dentro de la misma definición de productos variaciones muy importantes que comprometen el éxito del cultivo. Estas perlitas son utilizadas como sustrato sin mezcla en cultivo hidropónico presentadas generalmente en sacos de plástico con una capacidad de 36-40 litros.
- 3) Los de tipo B-9 son los denominados fracción fina. El diámetro de partícula va desde 0-1.5 mm y su densidad de 80 – 90 kg/m<sup>3</sup>
- 4) Los de tipo B-6 que la constituye la denominada fracción fina pero con densidad inferior a la anterior. Su densidad es de 50 a 60 kg/m<sup>3</sup> . los de tipo B6 y B9 aumentan altamente el riesgo de provocar asfixia radicular dado la elevada capacidad de retención de agua. Se utiliza en cultivo o en

semillero, en una mezcla adecuada para mejorar la capacidad de retención de agua de los sustratos utilizados.

Resh 1987 Señala que la perlita se utiliza mezclada con materiales orgánicos para incrementar la aireación, soltura y mejorar la permeabilidad de las mezclas el tamaño mas fino útil como medio de germinación, mientras que las partículas mayores u hortícola, son mas apropiadas para las mezclas con turba.

**Hortiperl.** Es un material volcánico natural con propiedades semejantes a la arena, que se puede utilizar una vez esterilizado a 1000°C, presenta excelentes propiedades de retención de humedad y aireación, se conoce también como un material de origen volcánico utilizado extensivamente por los horticultores en Estados Unidos, se trata de un silicato de aluminio que contiene sodio y potasio. Es un material ligero pues tiene un peso de 80-100 kg/m<sup>3</sup>, y en el agua destilada casi un PH neutro (Harris 1978 citado por Solano 1985)

**Turbas.**

## **Generalidades.**

Las turbas son restos vegetales en proceso de fosilización. Estas turbas se obtienen de las turberas. Para que exista una turbera se necesitan condiciones que impidan el normal desarrollo del ciclo del carbono. Salvo el hidrógeno y el helio, que no han dejado de evaporarse de la tierra desde que se formó, y los elementos radioactivos, el resto de los elementos químicos no desaparecen de la superficie terrestre y el carbono por supuesto tampoco. Las plantas lo consumen en forma de CO<sub>2</sub>, incorporándolo a su estructura en un proceso de reducción en el que se le unen radicales hidrógeno, obtenidos de la hidrólisis del agua y para lo cual se usa como fuente de energía la luz solar ( Posadas 1999).

## **Turberas**

Algo que todas las plantas de una turbera tienen en común, es que se desarrollan en un medio húmedo. Del grado de humedad, y de la existencia o no de calcio en las inmediaciones que neutralice los grupos carboxilo que van apareciendo por la formación de humus, dependerá el tipo predominante de plantas que formara la turbera. Estos tipos de plantas marcarán características diferenciales de la turba.

Dos ecosistemas dan origen a la formación de turba: el seno de aguas freáticas, bajo la influencia tanto de aguas subterráneas como superficiales, y los terrenos ajenos al contacto con agua de arrastre, pero sometidos a



una fuerte actividad pluviométrica. Esto marca los dos tipos de turberas principales.

### **Turberas bajas o “aapa”.**

también llamadas eutróficas estas turberas reciben las visitas de agua feáticas y de arrastre que normalmente son ricas en calcio y otros nutrientes. Esto neutraliza prácticamente los ácidos húmicos producidos durante la descomposición de materia orgánica, pudiendo crecer una amplia variedad de especies vegetales en su seno; podemos encontrar cartrisos y sobre todo carices. Las carices poseen una características muy importantes: sus tallos son capaces de conducir aire a las raíces. Por ello son plantas típicas de turberas anegadas (Posadas 1999).

### **Turberas altas u oligotróficas.**

Se forman en zonas frías, con una alta pluviométrica. Son turberas que tienen el centro mas elevados que los bordes. Las fuertes lluvias y el hecho de tener una buena capacidad de drenaje, hace que estas zonas estén muy desmineralizadas. La falta de calcio mantiene a los grupos carboxilo y sulfhidrilo de la turba en su forma ácida. La reacción de estas turbas da un pH de entorno a 3.5 en esas condiciones, es decir cierta sequedad intermitente, y extrema pobreza nutritiva, aparte de la alta acidez solo crecen plantas muy poco exigentes como los esfagnos, conocidos por su

nombre científico. *Esphagno*. En las torberas altas también pueden aparecer musgos verdaderos, así como plantas pertenecientes al género *eriophorum*, un carice. Las hojas de estas plantas dejan un residuo fibroso que recuerda la clin de un caballo. Un exceso de estas fibras disminuye el valor agrícola de esta turba (Posadas 1999).

### **Los esphagnum.**

Pertenecen a un orden, las esfagnales, de las que solo existen ese género. No son comparables a los musgos verdaderos aunque si pertenecen a la división briophyta. Existen unas 300 especies de esphagnum entre las que se encuentran. *S.fuscum*, *s.rubellum*, *s.warnstorffianum*, *s.papillosum*, *s.uspidarum*, y otras.

Son plantas primitivas que crecen desde la superficie mientras las partes más profundas mueren y se transforman en turba, las partes más importantes de la planta son las hojas y los tallos. Las hojas tienen el grosor de una capa de células. Los tejidos del musgo tiene células vivas y muertas encajadas entre ellas.

El valor hortícola de este musgo recibe en primer lugar, en las propiedades especiales de las células. Están tan fuertemente construidas que aun después de convertirse en turba son capaces de absorber y transportar agua (Posadas 1999).

## **Descomposición de la turba.**

La descomposición es una destrucción del material vegetal por parte de los microorganismos. Estos oxidan las moléculas de celulosa para obtener energía, desprendiéndose agua y CO<sub>2</sub> y aprovechan el nitrógeno, el azufre y los minerales para sus propios tejidos. El resultado es que la turba se va enriqueciendo en nitrógeno a medida que se descompone, por desaparición del carbono. La hemicelulosa es lo más rápidamente oxidado, y la lignina aguante bastante más el ataque. Una turba descompuesta posee mayor proporción de lignina que otra que lo este menos (Posadas 1999)

## **Grado de descomposición.**

Las propiedades de la turba están determinadas por las especies vegetales que la forman por su grado de descomposición. Se mide de diferentes formas:

### ❖ Escala de von post.

Consiste en estrujar con la mano un puñado de turba empapada, y observar el agua que escurre, y el resto que nos queda en la mano. aunque no es muy objetivo observar agua oscura y sucia con algún resto de turba, nos indica que estamos ante un material poco apto para cultivar con los exigentes criterios de hoy en día. La escala de von post va de h1 hasta h10. el agua sucia al que nos hemos referido corresponde a h4. el máximo admisible para uso como sustrato principal, no como enmienda agrícola, estaría en h5 (agua muy sucia, oscura, con moderada pérdida de material, quedando este en la

mano, moderadamente pulposo). Las turbas mas descompuestas sirven como aporte valioso de humus al suelo.

❖ Valor r .

Durante el proceso de descomposición, la proporción de sustancias difícilmente digerible aumenta, por la desaparición de las otras. El material fácilmente disponible se queda atacar con ácido sulfúrico al 80%. Después del tiempo determinado por la metodología, se limpia de cenizas se seca y se pesa. La proporción entre el reto y lo que teníamos al principio, se llama valor r

❖ valor de la densidad aparente.

La densidad real de la turba es de 1.5g/cm<sup>3</sup> independientemente de su grado de descomposición. Sin embargo, la densidad aparente de las distintas turbas varia entre 40 y 300g/cm<sup>3</sup> esto significa que la turba mas degradada a perdido gran parte de sus poros (posadas 1999).

### **Clasificación.**

A efecto de su uso agrícola, las únicas turbas interesantes son h1 y h2 correspondientes a la llamada turba rubia y h3, h4, y h5 que corresponden a la Turba negra.

### **Turba sphagnum rubia.**

Grado de descomposición: h1 o h2. se pueden reconocer los restos vegetales. No tiene casi ácidos humicos, y por lo tanto no forma agregados. Es de colores claros. Se tienen las siguientes clases.

Grupo de *Sphagnum acutifolia*. Esta formado por *Sphagnum fuscum* y *Sphagnum rubellum* y *Sphagnum warnstorffianum*. Esta turba tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico ( 130 a 140 meq por 100g.) estos musgos tiene hojas pequeñas que dan a la turba su estructura característica.

Grupo de *Sphagnum palustre*. La especie mas importante es la *Sphagnum papillosum*. una especie de hojas gruesas, que dan a la turba una apariencia grosera. El color es amarillento o marrón sucio. CIC 120 meq /100g.

Grupo de *Sphagnum cuspidatum*. De color verde muy claro, la especie mas importante es la de *Sphagnum cuspidatum*, que crece en las zonas mas encharcadas de las turberas altas. La CIC es de 80-100 meq /100g.

### **Turba de *Sphagnum* negra.**

El grado de descomposición varia desde H-3 y H-5, la turba tiene productos de descomposición en cantidades tales que dan a la misma un color oscuro, y tienden a formar agregados que se rompen fácilmente al presionarlos cuando se seca. Se pueden subdividir como las rubias. Estas turbas forman la capa inferior de la turbera, inmediatamente debajo de la capa de turba rubia.

Además de las dos clases principales, tenemos. Turbas de *Sphagnum* con *Carex*, que son turbas donde se pueden apreciar restos de raíces de los carices. Esto les da mucha aireación, estas turbas son de color grisáceo. Turbas de musgos verdaderos(Bryales). De color marrón, todas estas son turbas que pueden tener algún resto leñoso de los arbustos que proliferan en las zonas mas secas de la turbera. Estos restos se degradan mas rápido que

los componentes mayoritarios de la turba y son una fuente de ácidos húmicos (Posadas 1999).

**Cuadro 3. Valores medios de las propiedades mas importantes de las diferentes**

**Turbas según su origen botánico(Puustjarvi 1970)**

Tipo de turba	DA g/l	Volumen poroso%vol	Capacidad de aireación %vol	Capacidad de retención de agua %vol	CIC meq/100g
Sphagnum rubia	40-85	95-97	15-40	55-82	100-140
Sphagnum negra	80-130	92-95	12-25	67-83	100-140
Carex	40-70	95-97	25-50	45-72	50-100
Negra amorfa	130-180	88-92	7-12	76-85	110-160

**Presentación del producto**

La turba se recolecta, en los países de origen de dos formas: o bien una maquina enorme va peinando la turbera, moliendo una capa de 0.5-5cm, que después se saca se apila y se ensaca tal cual es, o se prensa, o bien se recolecta la turba en bloques. La ventaja del primer método es que la turba obtenida así se mantiene una exquisita calidad.

Se presenta la turba en balas prensadas de 250-400 litros en origen, que se llegan a recuperar en el rehidratado.

La turba prensada tiene añadido un humectante para facilitar el hinchado con agua. No se debe almacenar la turba al sol. Este sustrato es delicado, y se deteriora rápidamente sino se toman precauciones. Cuando tenemos turba abonada y altas temperaturas en verano, el nitrógeno del abono es usado por los micro organismos. La turba adquiere un olor característico a vinagre, y el PH vuelve a caer.

### **Usos actuales de la turba**

La turba tuvo su época como sustrato para usos hortícola en la década de los setenta, y comienzo de los 80, cuando fue sustituida por sustratos artificiales. El motivo de esto no es otro que la rápida degradación que sufre la turba en las condiciones de temperatura, y de intenso riego de un invernadero. Es sin embargo maravilloso sustrato, que tiene una actualidad muy importante en el cultivo de plantas ornamentales, aunque hay actualmente una moda hacia la fibra de coco, para ornamentales no vemos nada aconsejable su uso, que si esta justificado, y mucho para hortalizas. Para las plantas de interior se usa turba rubia que se aconseja, y dependiendo de la especie mezclar con perlita tipo A-13 en una proporción del 25-50%, sobre todo si el cultivo va a durar mas de seis meses, ya que hay algunas que no toleran la papilla que se deposita en el fondo del contenedor cuando pasan estos 6 ó 7 meses. Para plantas de ciclo corto, y/o macetas, se usa turba sola sin perlita (Posadas 1999).

## Mezclas

(Venator. y Liegel 1985) mencionan que Las proporciones de componentes de un sustrato afectan el crecimiento de las plantas, al cambiar la porosidad , el drenaje, la aireación, disponibilidad de los nutrimentos, y el desarrollo microbiológico.

(Tinus y sthepen 1979). Mencionan algunas razones para hacer una buena mezcla, por ejemplo: ligereza en peso, uniformidad en composición, accesibilidad económica, fácil disponibilidad, carencia de plagas y enfermedades, alta CIC, elevada retención de humedad, buen drenaje y aireación.

(Abad 1993). Menciona que es raro que un material reúna por si solo, las características físicas, químicas y biológicas mas adecuadas para unas determinadas condiciones de cultivo. Haciendo necesario la mayoría de los casos

mezclas con otros materiales, en distintas proporciones, para adecuar las condiciones requeridas.

En la mezcla de los materiales la granulometría quizás juega el papel mas importante, porque al realizarse en materiales con tamaños de partícula diferentes, el volumen final es generalmente inferior ala suma de los volúmenes de los materiales originales, además , cuanto mas grande es la diferencia del tamaño de las partículas, mayor será la reducción del volumen de la mezcla y la porosidad.



El contenido de humedad de los materiales antes de ser mezclados deben fluctuar entre el 50 y el 60% en peso sino puede llevar los materiales a esta humedad , se añadirá un montaje(tipo tensoactivo o detergente agrícola).

Según la norma inglesa citado por ansorena 1994 la humedad de algunos materiales, como turba debe alcanzar un volumen mínimo del 30% para que pueda mezclarse, y humedecerse convenientemente.

(Ansorena et al1994). Determinaron algunas propiedades físicas y químicas en sustratos formados por dos o mas ingredientes, por ejemplo turba rubia(TR) + perlita, TR + vermiculita, TR+ corteza de pino, TR+ humus de lombriz, corteza de pino + purín, TR, turba negra(TN) + vegetales en descomposición

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Descripción del sitio experimental.**

#### **Geografía.**

El presente trabajo se llevo a cabo en el invernadero tres del departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila cuyas coordenadas geográficas son 25° 2" latitud norte y 101° 00" latitud oeste con una altura de 1743 msnm..

### **Clima.**

Siendo de acuerdo con la clasificación de koepen del tipo B rr ho (x) (e) que equivale a un clima semicalido seco en invierno, fresco extremoso y verano cálido la temperatura media es de 16.6°C con régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, con una precipitación media anual alrededor de 443mm y una evaporación promedio de 2167mm.

### **Material utilizado.**

#### **Material de campo.**

#### **Semilla .**

El cultivar que se utilizo en el experimento fue de la variedad Floradade. es una variedad de polinización abierta, de tipo manzano de excelente calidad y alto rendimiento, sus frutos son grandes de forma globular, color rojo intenso, se cosecha a los 80 días después del trasplante, es de habito determinado

## **Sustrato.**

En el presente experimento no se utilizó suelo natural, aquí se utilizaron dos sustratos que fueron la perlita y el peat moss.

- ❖ Rafia (como tutor)
- ❖ Bolsas (contenedores)
- ❖ Un tonel de 200 lts
- ❖ Probeta graduada
- ❖ Cubeta
- ❖ Manguera
- ❖ Tubo pvc
- ❖ Goteros
- ❖ Venturi

## **Material de laboratorio.**

- Refractómetro manual
- Penetrometro
- Vernier
- Balanza granataria
- Navajas

- Agua destilada
- Servilletas
- Estufa

### **Siembra.**

Antes de comenzar a sembrar primeramente se lavaron las charolas para eliminar todos los residuos del cultivo anterior y evitar que se fuera a transmitir alguna enfermedad

Le siembra se llevo a cabo el día 27 de junio del 2001, primeramente se preparo el sustrato quedando humedecido , una vez ya preparado se procedió a llenar la charola donde germinaron las semillas, colocando una semilla por cavidad una vez que comenzó a germinar la semilla, se puso en una Solución Douglas esto con la finalidad de nutrir la plántula y llegara en buenas condiciones al transplante; también de llevo un programa de aplicación de fungicidas para el control de enfermedades (Captan).

### **Transplante.**

Previamente antes de transplantar con un perforador se le hicieron los hoyos en la parte basal del contenedor (bolsas), esto con la finalidad de que se drenaran los excesos, de agua. Primeramente se prepararon las mezclas de los sustratos para cada tratamiento, una vez preparadas las mezclas se llenaron las bolsas; antes de

transplantar primeramente se saturó el sustrato con agua para evitar un marchitamiento de las plantas, se colocó solo una planta por maceta, y la distancia entre plantas fue de 30 cm y entre hileras 40 cm. Esta práctica se realizó el 3 de septiembre del 2001.

### **Labores culturales.**

#### **Poda .**

La planta se maneja a un solo tallo esto con la finalidad de tener más luz a la misma y evitar que se formara un microambiente o un ambiente húmedo propicio para el desarrollo de alguna enfermedad fungosa pero la principal idea fue para tener más plantas por metro cuadrado. La poda consistió en eliminar todos los brotes axilares, esta práctica se hizo con las manos ya que es más higiénico que realizarlo con navaja con esto evitamos transmitir alguna enfermedad, esta práctica se realizó cuando el brote tenía más o menos una longitud de 2.5 pulgadas ( 5 cm)

#### **Tutoreo.**

El Tutoreo consistió en la colocación de Rafia, con la finalidad de sostener las plantas evitando con esto que se ladearan con el peso de los frutos, primeramente se colocó un alambre a lo largo del invernadero más o menos a 2.5 m de altura de ahí se colgó la Rafia y se procedió a amarrar y enredarla

alrededor de la planta y constantemente se estuvo checando que no se fuera a apretar mucho el tallo ya que este al ir creciendo la planta se va engrosando.

### **Riego.**

El riego se le aplico diariamente a partir del día que se transplantaron, se le aplicaron 500ml por planta para esto se adecuo un molde previamente graduado a la cantidad de agua que se le aplico, posteriormente se coloco el sistema de riego; dejándolo encendido solo 10 minutos y con forme fue creciendo la planta se fue aumentando el volumen de agua hasta 1000ml por día, para saber cuanta agua estábamos aplicando en un recipiente, graduado se afero hasta cierta medida y se tomo el tiempo que tardo en drenar y 10 minutos fueron los que se tardo para contar con la cantidad de agua requerida.

### **Fertilización.**

La fertilización se comenzó después del trasplante, se hizo dos veces por semana y a partir de la cuarta semana se aumento a tres veces por semana, primero se hacia individual y con un recipiente se le aplicaba a cada planta, ya cuando se coloco el sistema de riego se fertilizo a través de el para esto se coloco un Venturi el cual tomaba el fertilizante de una cubeta de 20lts. de la octava semana en adelante la fertilización se hizo en cada riego.

### **Cuadro N° 4. Fertilizantes utilizados en el cultivo.**

<b>Solución A (para 5 litros de agua).</b>	
Nitrato de potasio	550 gr.
Nitrato de amonio	350gr
Súper fosfato triple de calcio	180gr
<b>Solución B (para 2 litros de agua).</b>	
Sulfato de magnesio	220gr
Quelato de hierro	16gr
Soluciones de micro nutrientes	0.4gr
<b>Solución de micro nutrientes. (para un litro de agua).</b>	
Cloruro de magnesio	4.5gr
Ácido bórico	3.0gr
Sulfato de zinc	1.7gr
Sulfato de cobre	1.0gr
Molibdato de amonio	0.2gr

### **Plagas y Enfermedades.**

#### **Plagas.**

La única plaga que se presentó durante el cultivo fue la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), la cual se controló con Confidor este se aplicó a una dosis de 1ml por litro de agua.

#### **Enfermedades.**

Al igual que las plagas solo se presentó una enfermedad que fue el tizón temprano (*Alternaria solani*) la cual controlamos con oxiclóruo de cobre a una dosis de 3gr por litro de agua.

### **Descripción de los tratamientos.**

Los tratamientos fueron 10 con 4 repeticiones, lo cual nos dio un total de 40 plantas experimentales. El diseño experimental utilizado en este trabajo fue bloques completamente al azar, con arreglo en parcelas divididas.

**Cuadro N°5. Descripción de los tratamientos**

Tratamientos	Descripción
1	Perlita sola , con drenaje normal(dos pares de agujeros en el contenedor)
2	Proporción 2:1 Dos partes de perlita y una de peat moss) con drenaje normal
3	Proporción 3:1(tres partes de perlita y una de peat moss) con drenaje normal
4	Proporción 4:1(cuatro partes de perlita y una de peat moss ) con drenaje normal
5	Proporción 5:1(cinco partes de perlita y una de peat moss con drenaje normal
6	Perlita sola, con drenaje restringido (un par de agujeros en el contenedor)
7	Proporción 2:1 (dos partes de perlita y una de peat moss) con drenaje restringido
8	Proporción 3:1, con drena restringido
9	Proporción 4:1 , con drenaje restringido
10	Proporción 5:1, con drenaje restringido



## **Variables Evaluadas.**

### **Fenológicas.**

#### **Días a primer corte.**

Aquí se contó el número de días en que se le dio el primer corte de fruto, después de la plantación.

#### **Días en cosecha.**

Aquí se contaron los días a partir de que le dimos el primer corte hasta la fecha en que se le dio el último corte.

#### **Número de cortes por planta.**

En esta variable se sumaron todos los cortes, que fueron variados en cada planta.

### **Morfológicas.**

#### **Peso fresco de la planta.**

Esta variable se midió una vez que se le cortaron todos los frutos a la planta para esto se arranco la misma, y en una balanza granataria se pesaron todas las plantas de cada tratamiento.

### **Peso seco de la planta.**

Una vez que se midió la variable peso fresco las muestras se colocaron en una bolsa de papel y se metieron en la estufa a una temperatura de 60°

Y ahí se dejaron por 24 horas hasta que se elimino toda el agua contenida en la planta y posteriormente se pesaron.

### **Peso fresco de raíz.**

Una vez que sacamos la planta del contenedor se le corto la parte aérea a partir de las primeras ramificaciones de la raíz, posteriormente se lavo la raíz para quitar los restos del sustrato y una vez lavada se dejo escurrir hasta que se le escurrió el agua y posteriormente se pesaron mediante una balanza granataria.

### **Peso seco de raíz.**

Una vez ya lavada y pesada en fresco se colocó en unas bolsas de papel y se metió a la estufa a una temperatura de 60°, y ahí se dejó por 24 horas.

### **Rendimiento.**

#### **Gramos por planta.**

Para esta variable se hizo la suma de todos los pesos de fruto en cada uno de los cortes de cada planta.

#### **Numero de frutos por planta.**

Aquí se hizo la suma de los frutos de todos los cortes por cada planta

#### **Peso promedio del fruto.**

Esta variable de peso se hizo con una balanza granataria, en el cual se sumaron los frutos de cada planta y se dividió entre el número de frutos

### **Calidad.**

#### **Grados brix.**

Para esta variable nos apoyamos de un refractómetro manual la cual consistió en sacar el jugo del fruto, se colocó en el refractómetro y se tomó la lectura correspondiente esto es con la finalidad de ver el contenido de sólidos solubles que contiene el fruto.

Todas las variables de calidad se tomaron en el laboratorio de postcosecha. Del departamento de Horticultura de la UAAAN.

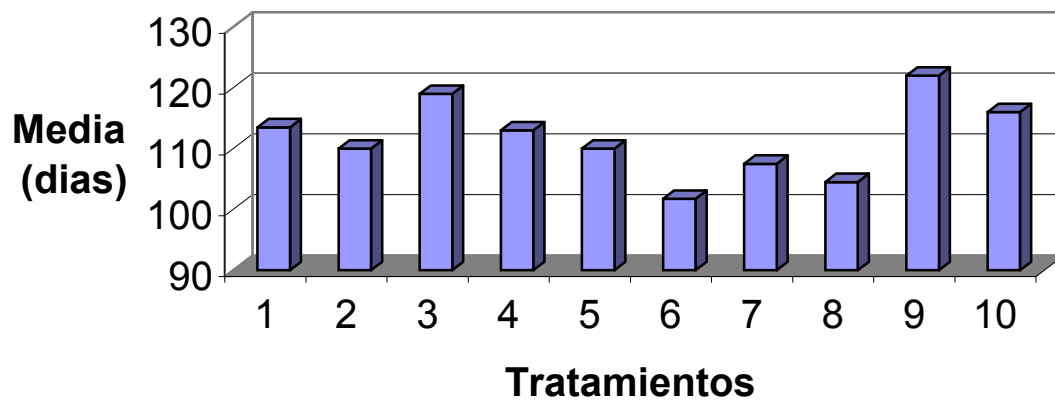
### **Firmeza.**

Para evaluar firmeza lo hicimos por medio de un penetrometro, esto consistió en agujerar el tomate con el penetrometro, primero se hizo con cáscara y luego sin la cáscara, las lecturas se tomaron en Kg.

### **Diámetro del fruto.**

para la medición de los frutos se hizo con el vernier. medimos el diámetro polar y ecuatorial, se midió en cm.

figura1. **Días a primer corte**

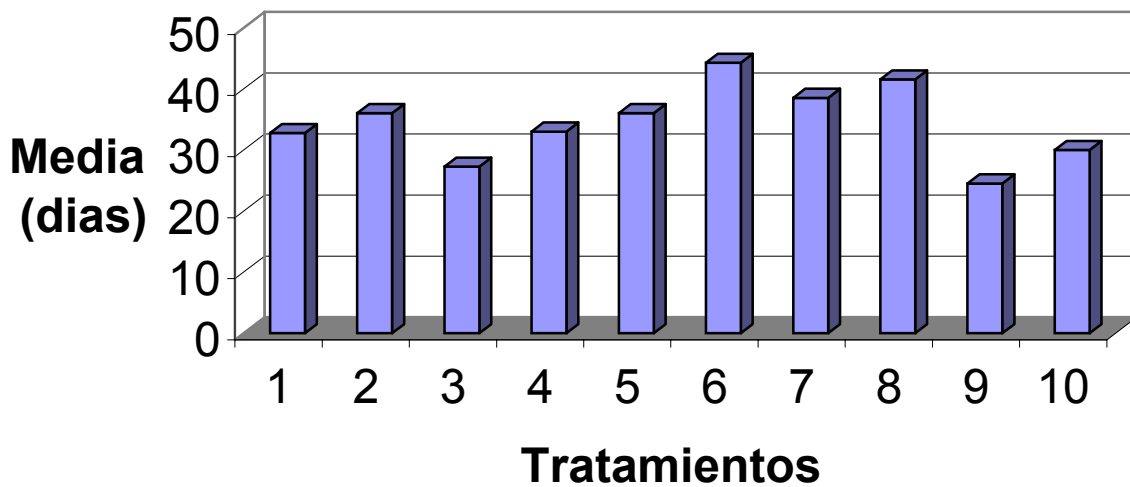


**Días a primer corte.**

Los resultados de los análisis de varianza para la variable días a primer corte, muestran que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo numéricamente si existió diferencia como podemos observar (en la figura 1, y en el cuadro 4 de comparación de medias), (ver apéndice) el tratamiento que mostró menor cantidad de días al primer corte fue el numero 6, pura perlita sola, y drenaje restringido( contenedor con un solo par de hoyos), con un promedio de

101 días, seguido por el tratamiento 8 con la proporción 3:1(tres partes de perlita y una de peat moss), con drenaje restringido, con un promedio de 104 días aquí se invierte el orden de los tratamientos debido a que el mejor tratamiento es aquel que induzca precocidad y por lo tanto el 6 y el 8 se mostraron superiores, este resultado probablemente se debió a que las condiciones presentadas durante el ciclo de cultivo (nublados y bajas temperaturas), no fueron apropiadas para las mezclas , ya que no ejercieron bien su función de drenaje, y a la perlita estas condiciones le favorecieron ,debido a que es un material muy poroso y a que posee propiedades térmicas.

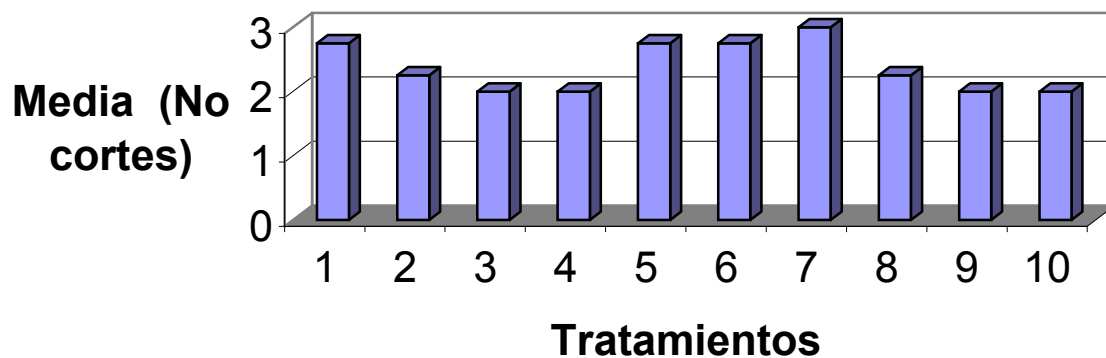
**Figura 2. Dias en cosecha**



▫Días en cosecha.

Para esta variable se comenzó a cuantificar a partir del día en que se le dio el primer corte de de fruto, hasta la fecha en que se le dio el ultimo corte, estadísticamente no mostró diferencia significativa entre tratamientos, lo cual nos dice que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, pero numérica mente como se puede observar( en la figura 2, y en el cuadro 5 de comparación de medias ), (ver apéndice), si existió diferencia tenemos que el tratamiento numero 6 fue el que mayor superioridad mostró, con un promedio de 44 días,

**Figura 3. Numero de cortes por planta**



seguido por el tratamiento 8, con un promedio de 41 días.

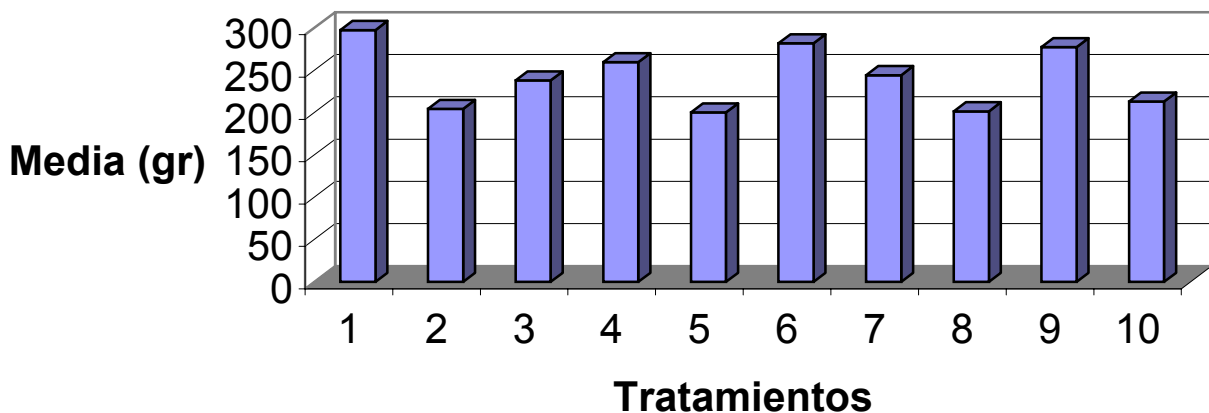
#### **Numero de cortes por planta.**

Para esta variable se cuantifico el numero de todos los cortes, que fueron 4, esta variable de acuerdo al análisis de varianza si mostró diferencia significativa lo cual nos indica que si hubo efecto entre los los tratamientos , como se puede observar

en la( figura 3 y en el cuadro 6 de comparación de medias(ver apéndice) , ya que el tratamiento 7 con una proporción de 3:1, tres partes de perlita y una de peat moss y drenaje restringido, (contenedores con un solo par de hoyos), fue el que mostró mayor superioridad con un promedio de tres cortes, con respecto a esta variable se le dieron muy pocos cortes esto debido a las condiciones ambientales que se presentaron durante el ciclo de cultivo, días nublados y con bajas temperaturas, afecta la polinización y la fotosíntesis, entonces debido a estos factores la planta no produce muchos frutos.

Esto concuerda con lo mencionado por resh 1997, que con las bajas temperaturas, días nublados, y baja humedad relativa, la germinación del polen y el desarrollo del tubo polínico se ven fuertemente reducidos y el amarre de fruto va a ser mínimo.

**Figura 4. Peso fresco de la planta**

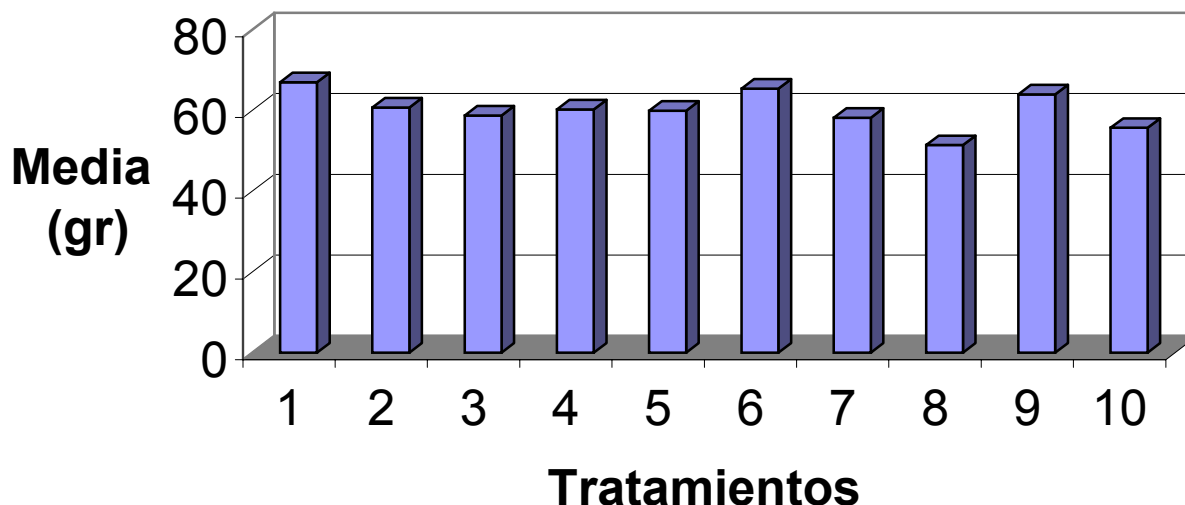


**Peso fresco de la planta.**



Esta variable es de gran importancia ya que tiene mucha relación con el rendimiento , esto nos indica que a mayor área foliar mayor será su peso y por consiguiente mayor numero de frutos esto nos indica que tubo mayor aprovechamiento de todos los recursos (agua, nutrientes, luz ,y temperatura), para esta variable se tomaron los datos una vez que se le dio el ultimo corte de fruto, se le corto la raíz y se pesaron en fresco, para esta variable tenemos que en el análisis de varianza si se encontró diferencia significativa si hubo efecto entre los tratamientos , mostrando mayor superioridad el tratamiento 1( perlita sola) y con drenaje normal, (dos pares de hoyos en el contenedor), con un promedio de 297.5 gramos /planta, seguido por el tratamiento 6 también pura perlita sola, pero con drenaje restringido(un par de agujeros en el contenedor)con un promedio de 281.75 gr. /planta como se puede observar en la figura 4 y cuadro 7 de comparación de medias(ver apéndice).

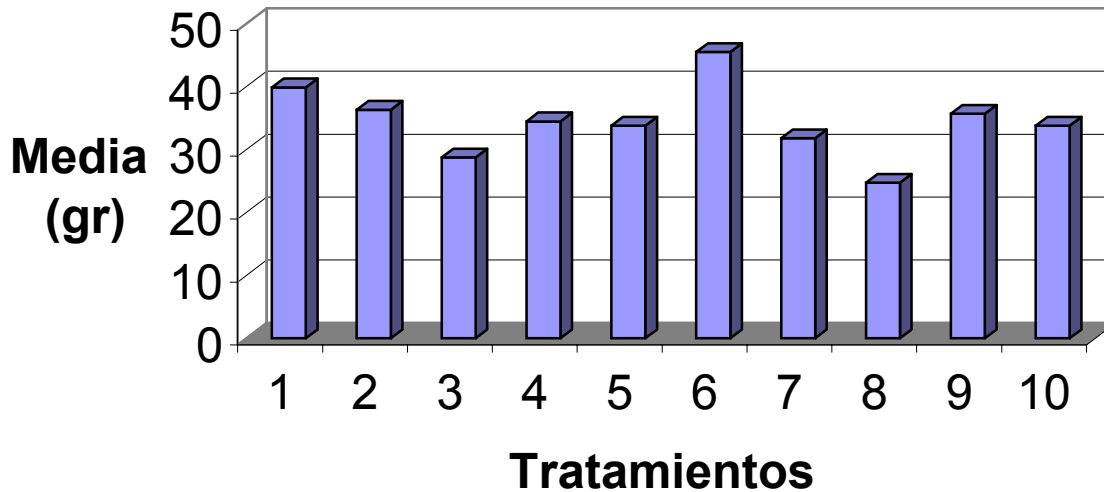
Figura5. **Peso seco de la planta**



**Peso seco de la planta.**

Para esta variable si se encontró diferencia significativa en el análisis de varianza, lo cual significa que si hubo efecto entre los tratamientos, mostrándose superior de nuevo el tratamiento 1 (100% perlita y drenaje normal) con un promedio 66.925 gr./ planta, seguido por el tratamiento 6 también 100% perlita, pero con drenaje restringido, con un promedio de 65.35 gr. /planta como se puede observar en la figura 5 y cuadro 9 (ver apéndice).

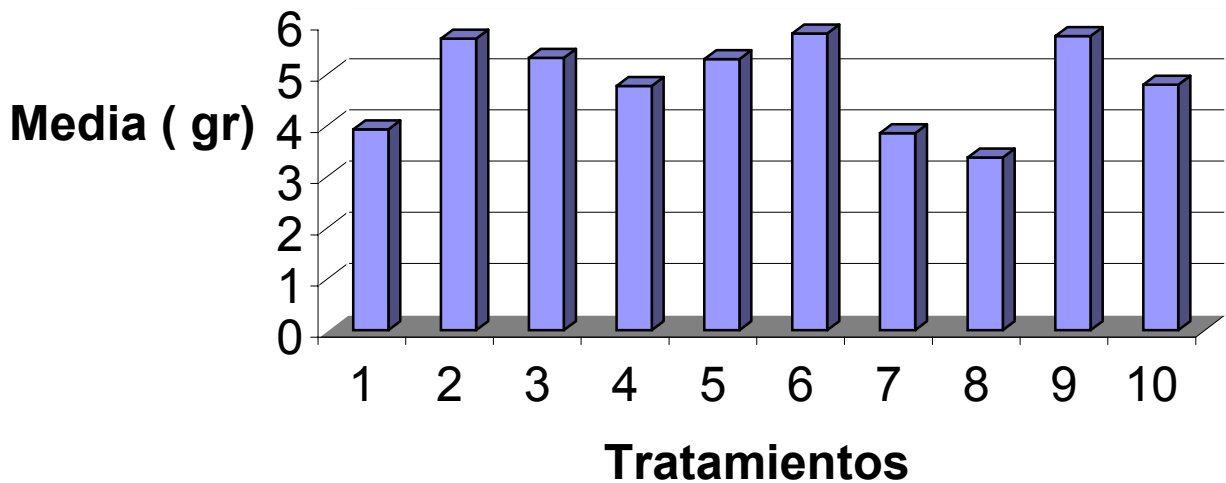
Figura6. **Peso fresco de raíz**



#### **Peso fresco de raíz.**

En esta variable si se encontró diferencia significativa en el análisis de varianza, lo cual nos muestra que los tratamientos se comportaron diferente, mostrando de nuevo como los mejores tratamientos el 6 y el 1(perlita 100%) con drenajes normal y reducido respectivamente un promedio de 45.5 y 39.875 gr. por cada una, seguidos por el tratamiento 2 con la proporción 2:1(dos partes de perlita y una de peat moss, y con drenaje normal (dos pares de agujeros en el contenedor) con un promedio de 36.3 gr. por raíz, como se puede observar en la figura 6, y cuadro 10 de comparación de medias(ver apéndice).

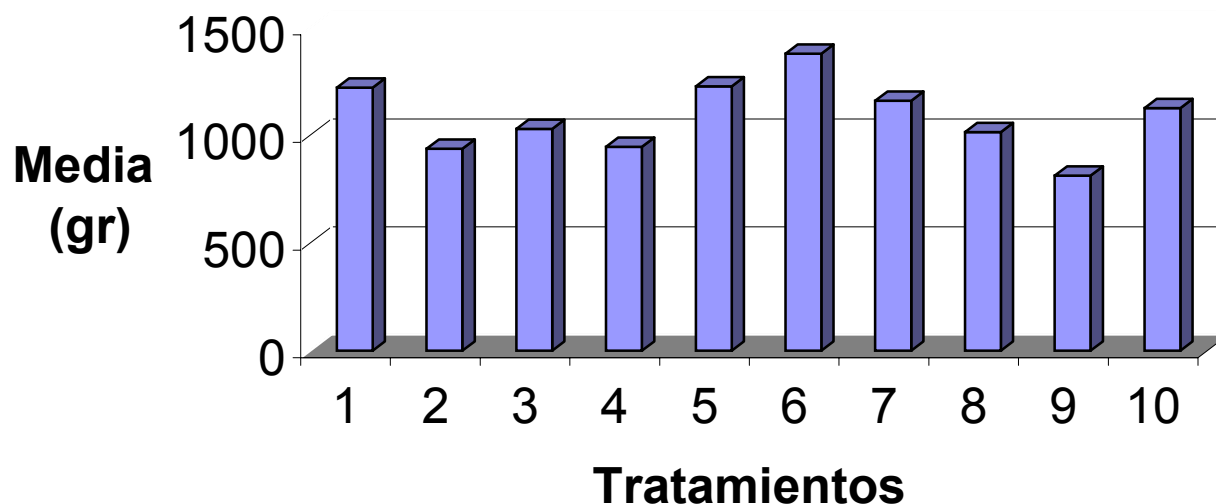
Figura7. **Peso seco de raíz**



#### **Peso seco de raíz.**

Para esta variable de acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa, pero numéricamente como podemos observar en la figura 7 y en el cuadro 11 de comparación de medias (ver apéndice), el tratamiento que mayor superioridad mostró fue el tratamiento 6 (100% perlita ) con drenaje restringido con un promedio de 5.8 gr/raíz, seguido por el tratamiento 9 con la proporción 4:1(cuatro partes de perlita y una de peat moss, con un promedio de 5.75 gr. /raíz.

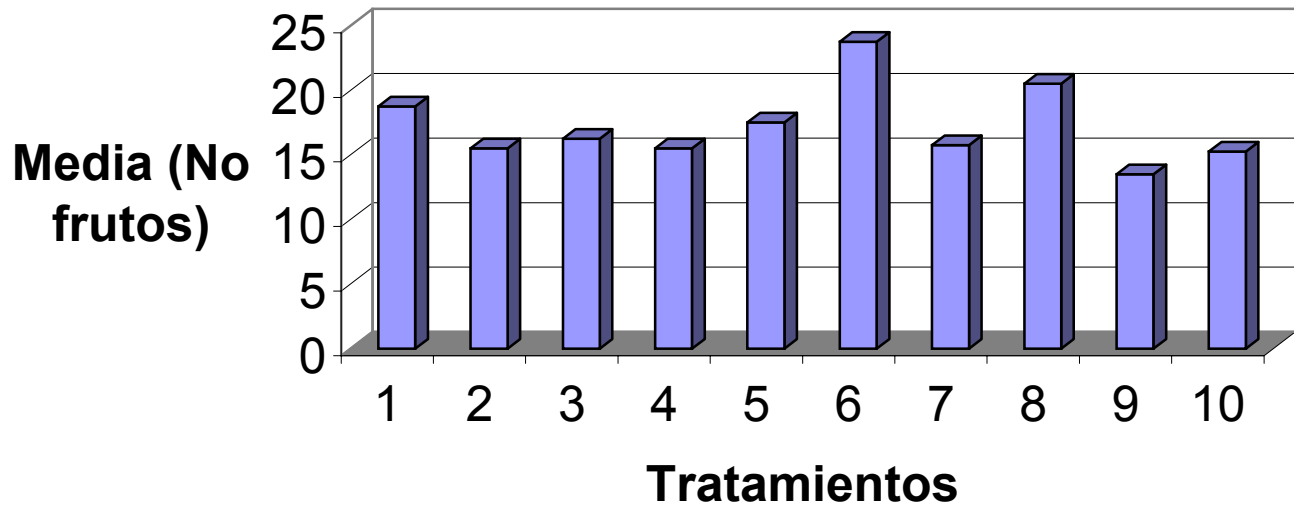
Figura 8. **Gramos por planta**



**Gramos por planta.**

Para esta variable de acuerdo a los resultados del análisis de varianza si mostró diferencia significativa estadísticamente, resultando como mejor tratamiento el 6 como podemos ver en la figura 8 y cuadro 13 de comparación de medias(ver apéndice), (100% perlita) y drenaje restringido como con un promedio de 1379.575 gr por planta, seguido por los tratamientos 5 y con la proporción 5:1 cinco partes de perlita y una de peat moss con drenaje restringido y un promedio de 1227.725 gr por planta, y el tratamiento 1(100% perlita) y con drenaje normal con un promedio de 1221.375 gr. por planta.

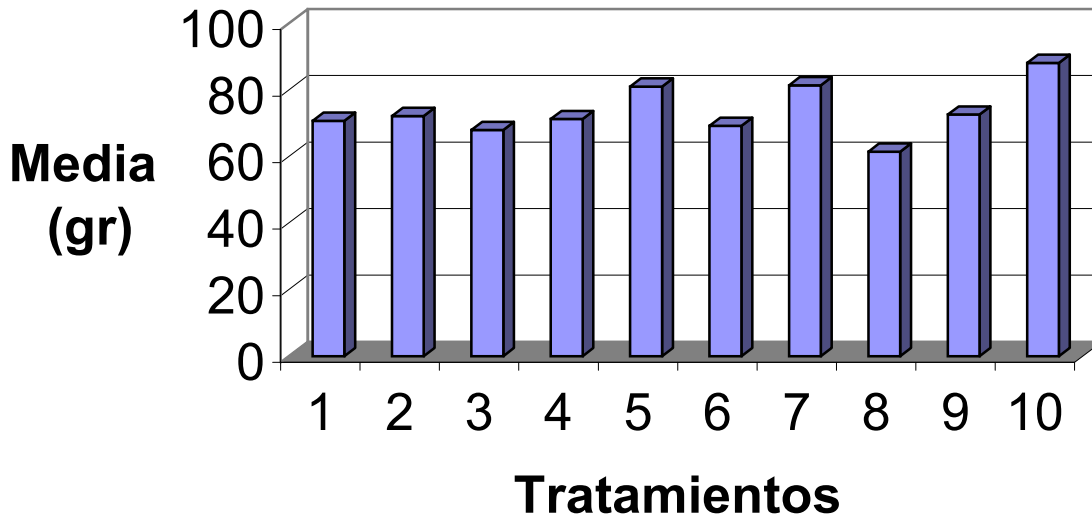
figura 9. **Numero de frutos por planta**



**Numero de frutos por planta.**

Para esta variable de acuerdo a los análisis de varianza no se encontró diferencia significativa, pero numéricamente de acuerdo ala figura 9 y cuadro 14(ver apéndice) tenemos que el tratamiento 6 (100% perlita y drenaje restringido),fue quien resulto mas alto, con un promedio de 23 frutos por planta, seguido por los tratamientos 5 con la proporción 5:1(cinco partes de perlita y una de peat moss), con drenaje normal(dos pares de agujeros en el contenedor ) con un promedio de 20 frutos por planta, y por el tratamiento 1( 100% perlita) y con drenaje normal, con un promedio de 18 frutos por planta.

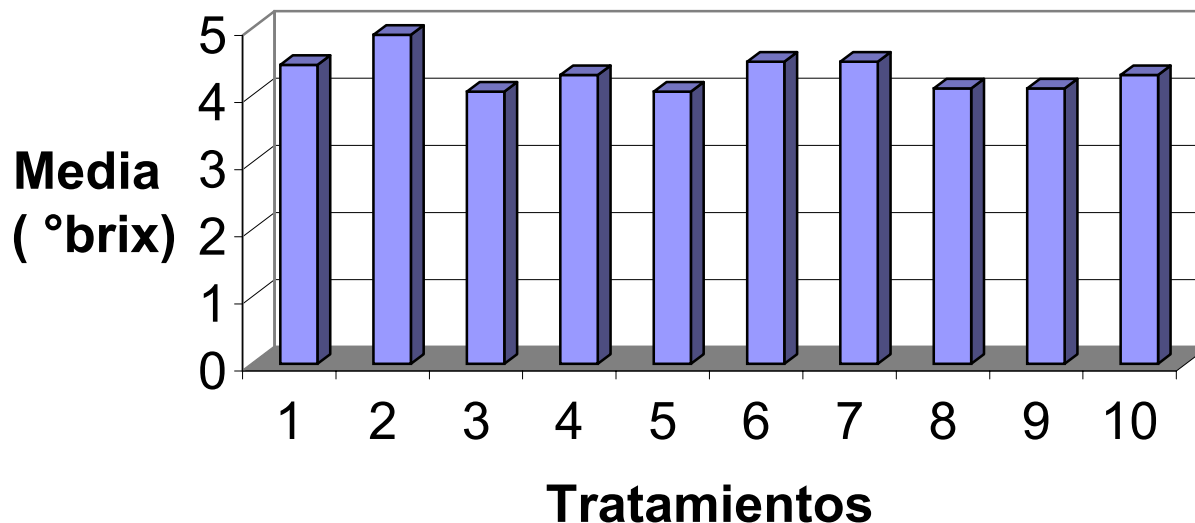
Figura 10. **Peso promedio del fruto**



**Peso promedio del fruto.**

Para esta variable de acuerdo a los análisis de varianza estadísticamente no existió diferencia significativa, pero numéricamente de acuerdo a la figura 10 y cuadro 15 (ver apéndice), tenemos que el tratamiento que mayor peso mostró fue el 10, con la proporción 5:1 (cinco partes de perlita y una de peat moss), con un promedio de 88.125 gr. por fruto, seguido por el el tratamiento 7 con la proporción 2:1 (dos partes de perlita y una de peat moss) con un peso promedio de 81.4 gr por fruto, estos tratamientos mostraron mayor peso debido a que fueron los que obtuvieron menor número de frutos y por lo tanto su tamaño tiende a ser mayor.

Figura 11. **Grados brix**

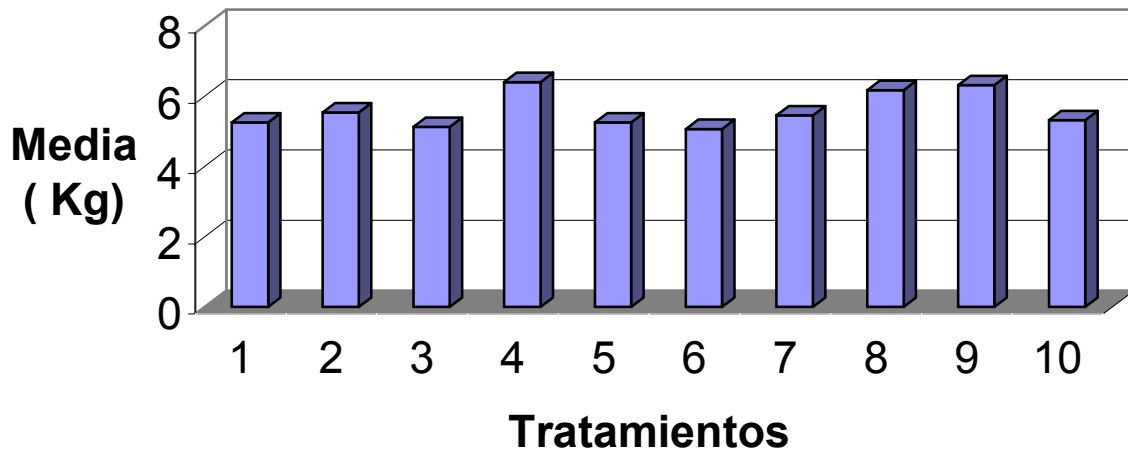


### Grados brix

Esta variable es muy importante en los frutos, ya que nos indica el contenido de sólidos solubles que contiene, mas que nada nos indican el grado de maduración que tienen los frutos, para esta variable de acuerdo al análisis estadístico tenemos que si hubo diferencia significativa, teniendo como mejor tratamiento al numero 2 para este caso, con la proporción de 2:1(dos partes de perlita y una de peat moss con un promedio de 4.9°brix, seguido por el tratamiento 6(100% perlita y drenaje restringido con un promedio de 4.5 °brix como se puede, observar en la figura 11, y en el cuadro 16 de comparación de medias (ver apéndice).



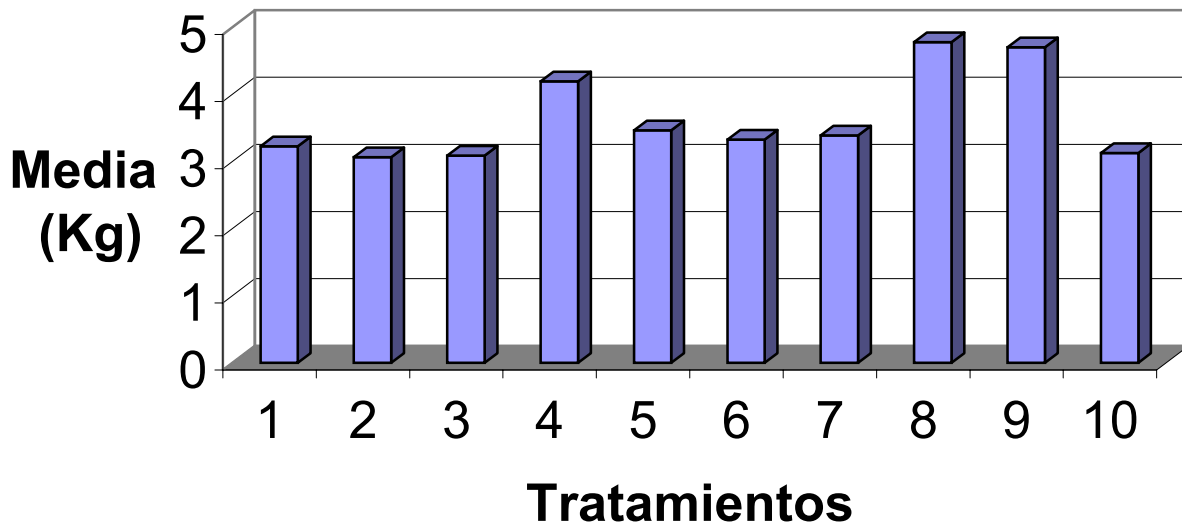
Figura 12. **Firmeza con cascara**



### **Firmeza con cáscara**

Esta variable es de gran importancia, ya que nos indica la consistencia que tienen los frutos, por medio de esta nos podemos dar cuenta que tanta vida de anaquel le queda a una fruta, para esta variable estadísticamente no mostró ninguna diferencia de acuerdo al análisis de varianza, pero numéricamente si tenemos diferencia, como podemos ver en la figura 12 y en el cuadro 17 de comparación de medias (ver apéndice), resultando superior para esta variable el tratamiento 4 con la proporción 4:1 (cuatro partes de perlita y una de peat moss), con drenaje normal, con un promedio de 6.4kg en firmeza, seguido por el tratamiento 9 también con la proporción 4:1 (cuatro partes de perlita y una de peat moss), con drenaje restringido, y un promedio de 6.313 Kg. en firmeza, por lo tanto estos frutos su vida de anaquel será mayor, y se pueden almacenar por periodo mayor de tiempo.

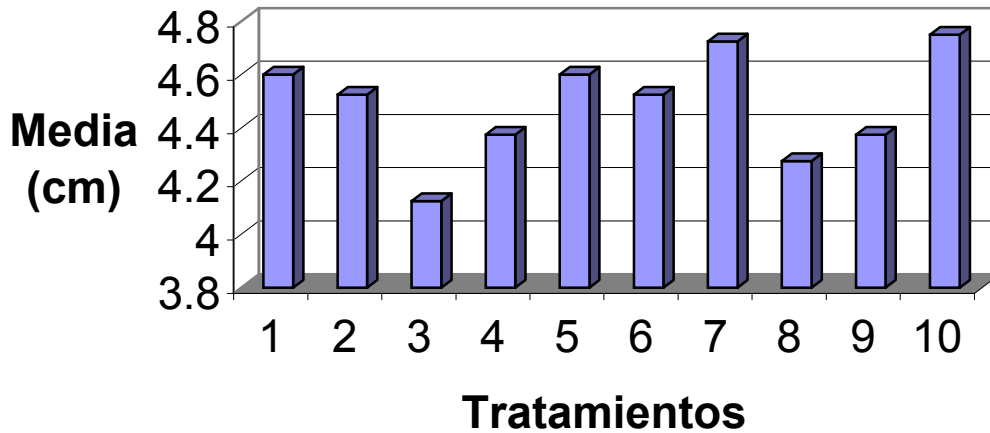
Figura 13. **Firmeza sin cascara**



#### **Firmeza sin cáscara.**

En esta variable de acuerdo al análisis de varianza tampoco mostró diferencia significativa. Estadísticamente no hubo efecto entre los tratamientos, pero como podemos observar en la figura 13 , y en el cuadro 18 de comparación de medias(ver apéndice), tenemos que numéricamente si existe diferencia resultando mejor con respecto a esta variable el tratamiento 8 con la proporción 3:1( tres partes de perlita y una de peat moss), con drenaje restringido, con un promedio de 4.775 Kg. en firmeza, seguido por el tratamiento 9, con la proporción 4:1 (cuatro partes de perlita y una de peat moss, con drenaje restringido y con un promedio de 4.7kg. en firmeza.

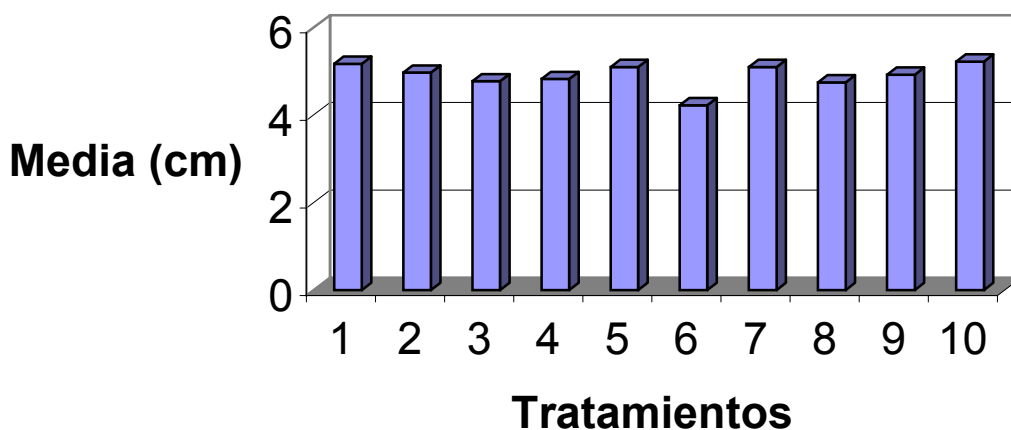
Figura 14. **Diametro polar**



#### **Diámetro polar.**

Para esta variable el análisis de varianza tampoco mostró diferencia significativa, estadísticamente, tampoco hubo efecto entre tratamientos, pero numéricamente tenemos que el tratamiento 10 fue el que mostró mayor diámetro de frutos con una proporción de 5:1(cinco partes de perlita y una de peat moss, con drenaje restringido, mostrando un promedio de 4.75cm por cada fruto, seguido por el tratamiento con proporción 2:1(dos partes de perlita y una de peat moss, con drenaje restringido con un promedio de 4.725 cm por fruto, como ya se había mencionado anteriormente, debido a que estos tratamientos mostraron menor número de frutos ,con respecto a los de mas tratamientos, por lo tanto tienden a aumentar de tamaño ,ya que no hay mucha competencia entre ellos.

Figura 15. **Diametro ecuatorial**



#### **Diámetro ecuatorial.**

Para esta variable de acuerdo al análisis estadístico si hubo diferencia significativa, lo cual quiere decir que si hubo efecto entre los tratamientos, resultando como el mejor el numero 6 (100% perlita), con drenaje restringido con un promedio de 5.225 cm por fruto, seguido por el tratamiento 10 con la proporción 5:1(cinco partes de perlita y una de peat moss, con drenaje restringido, con un promedio de 5.225 cm, como se observa en la figura 15 y en el cuadro 20 de comparación de medias ver apéndice.

## **CONCLUSIONES.**

Considerando los objetivos del presente trabajo y en función de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Con respecto a las mezclas de los sustratos de acuerdo a los resultados obtenidos tenemos que los tratamientos 6 (100% perlita) con drenaje restringido y el tratamiento 1(100% perlita) y con drenaje normal , fueron los que mostraron mejores resultados en la mayoría de las variables , excepto en variables de calidad

2. De acuerdo a los resultados obtenidos, con respecto al objetivo que nos planteamos, los resultados fueron muy satisfactorios ya que lo que se buscaba era incrementar rendimiento y economía, y la perlita es un material muy económico en comparación con el peat moss, debido a que los mejores tratamientos fueron los que contenían perlita (100%) , por lo tanto entre las mezclas no hubo efecto.

## RESUMEN

El presente trabajo se llevo acabo en el invernadero N° 3 del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con la finalidad de conocer el efecto entre las diferentes mezclas de sustrato en el desarrollo del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum Mill.* Bajo condiciones de invernadero.

El principal objetivo de la investigación fue el de encontrar una mezcla que nos incrementara rendimiento en el cultivo , además que fuera mas económica y que se adapte al tipo de explotación de cada productor. El experimento se estableció con un diseño de bloques completamente al azar con arreglo de parcelas divididas, este consto de 10 tratamientos con 4 repeticiones como se describen a continuación: T1 (perlita sola) con drenaje normal(dos pares de agujeros en el contenedor), T2 proporción 2:1(dos partes de perlita y una de peat moss), con drenaje normal, T3 proporción 3:1(tres partes de perlita y una de peat moss),con drenaje normal T4 proporción 4:1(cuatro partes de perlita y una de peat moss)con drenaje normal, T5 proporción 5:1(cinco partes de perlita y una de peat moss ) con drenaje normal, T6 (Pura perlita sola), con drenaje restringido (un solo par de agujeros en el contenedor), T7 proporción 2:1 (dos partes de perlita y una de peat moss)con drenaje restringido , T8 proporción 3:1, con drenaje restringido, T9 Proporción 4:1, con drenaje restringido, T10 proporción 5:1 con drenaje restringido. Las variables evaluadas fueron las siguientes: días a primer corte, días en cosecha, numero de cortes por planta, peso fresco de la planta, peso seco de la planta, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, gramos por planta, numero de

frutos por planta, peso promedio del fruto, grados brix, firmeza con cáscara y sin cáscara, diámetro polar y ecuatorial. Sometiéndose a sus respectivos análisis estadísticos, y aplicación de la prueba DMS con probabilidad = 0.05.

En cuanto a los resultados obtenidos los tratamientos que mejores resultados tuvieron fueron los de perlita sola, entre las mezclas no hubo efecto positivo.

## LITERATURA CITADA

Abad B. M.1993. Sustratos características y propiedades. Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almería España PP 47-61

Ansorena, M. J. 1994. sustratos propiedades y caracterización, Ed. Mundi prensa España

Domínguez, M. J. 2002. Comparación de genotipos de tomate en invernadero y campo abierto, para características fisiotecnicas Tesis de licenciatura. UAAAN, Saltillo Coah Méx. 73 P.

Escudero, S. J. 1999. Cultivo hidropónico del tomate, en cultivos sin suelo II. Curso superior de especialización, dirección general de investigación y formación agraria de la junta de Andalucía PP. 451-483

Flores, I .1981. Hortalizas. Editorial I.T.E.S.M. Monterrey , Nuevo león, México.

García, P. J .M. 1999. Propiedades y características de los sustratos, perlita pp.29-45

INEGI, 2001. Instituto Nacional de Estadísticas Geográficas e informática. Sector alimentario en México .P.21



Muños, R. M., C. J. Altamirano.,M. J. Carmona., F. J. Trujillo., C. G. López., A. A. Cruz 1995.Desarrollo de Ventajas Competitivas en la Agricultura . El Caso del Tomate. UACH.

Nuez, F.1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-prensa Madrid España. PP 75-79.

Pérez, G. M .,R. Castro. B. Guía para la producción intensiva de Jitomate en Invernadero. Boletín de divulgación # 3. Programa Universitario de Investigación y Servicio en Oleicultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Méx. PP. 58

Posadas, S. F. 1999 Propiedades y características de los sustratos. Turba y fibra de coco PP.65-92

PuustJarvi, V.1973 adaptación de Abad, Noguera, Faus, Noguera 1994. La turba y su manejo en horticultura. Ediciones de Horticultura. S. L.

Resh, H. M. 1997.. Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi-prensa. Madrid 1era Edición .509 pp.

Rodríguez, R. R ., J. M. Tabares y J. A. Medina. 1997. Cultivo Moderno del Tomate. Ed. Mundi-prensa.2° Ed. PP 13,19-23

Solano, M. C. 1985. Sistemas de producción en hidroponía. Monografía.

Licenciatura. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila. México. P 124.

Terrez, v; Artetxe, A; Beunza, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura N° 125 PP. 15-17

Tinus, W.R. and Stephen, E.M. 1979. how to grown tree seedlings in green house. Technical report R. m-60 rock and Montain forest and Ranger experiment statiun. Forest service US Departament of Agriculture. PP. 20-27

USDA, 1998. Departamento de agricultura de estados unidos.

Urrestarazu, M. 1997. Manual de cultivo sin suelo. Ed. Servicio de publicaciones Universidad Almería.

Valadez, L.A 1998. Producción de Hortalizas. Editorial UTEHA. México DF.

Venator, Ch. y Leigel, H.L. 1985. manual de viveros mas caracterizados para plantas a raíz desnuda; y sistema semimecanizado con recipientes menores de 130cm<sup>3</sup>. Ministerio de agricultura y ganadería, Programa Nacional Forestal. Quito, Ecuador. pp. 35-48.

## APENDICE

F.V	G.L	Días1er corte	Días en cosecha	#cortes planta /
Rep	3	351.558	341.100	1.425 *
A	1	75.625	72.900	0.025
E(A)	3	178.425	169.233	0.092
B	4	121.275	120.462	0.813
AB	4	216.875	208.837	0.587
E(b)	24	106.658	102.250	0.550
CV		9.24%	29.44%	5.764%

CUADRO 6. Análisis de varianza(cuadrados medios) para características fonológicas en el experimento de tomate en Saltillo Coahuila.

**NOTA:** \* significativo al 0.05 de probabilidad

\*\* significativo al 0.01 de probabilidad

### TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIAS
9	122.0000 A
3	119.0000 AB
10	116.0000 ABC
1	113.5000 ABC
4	113.0000 ABC
2	110.0000 ABC
5	110.0000 ABC
7	107.5000 ABC
8	104.5000 BC
6	101.7500 C

Cuadro 7. Comparación de medias para la variable días a primer corte.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 15.0727

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>
6	44,2500 A
8	41.5000 AB
7	38.5000 ABC
5	36.0000 ABC
2	36.0000 ABC
4	33.0000 ABC
1	32.7500 ABC
10	30.0000 ABC
3	27.2500 BC
9	24.5000 C

Cuadro 8. comparación de Medias para la variable días en cosecha.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 14.7850

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>
7	3.0000 A
5	2.7500 A
6	2.7500 A
1	2.7500 A
2	2.2500 A
8	2.2500 A
3	2.0000 A
4	2.0000 A
9	2.0000 A
10	2.0000 A

Cuadro 9. comparación de medias para la variable numero de cortes por planta.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 1.0824

<b>FV</b>	<b>G.L.</b>	<b>Peso fresco pta</b>	<b>Peso seco planta</b>	<b>Peso fresco raíz</b>	<b>Peso seco raíz</b>
Rep	3	5156.345	167.765	470.058	4.918
A	1	129.240 *	3.364 *	1.156 *	0.841
E (a)	3	3306.864	66.878	52.885	0.679
B	4	10054.493	217.753	256.620	0.931
AB	4	1785.323	48.665	34.477	5.760
E (b)	24	6463.151	154.850	178.600	2.903
CV		5.937%	21.02%	6.385%	6.087%

CUADRO 10. Análisis de varianza (cuadrados medios) , para las características morfológicas en el experimento de tomate rojo, Saltillo, Coahuila

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
1	297.5750 A
6	281.7500 A
9	277.2250 A
4	259.6250 A
7	244.2250 A
3	238.0250 A
10	213.0500 A
2	204.4750 A
8	201.5750 A
5	200.1500 A

CUADRO 11. Comparación de medias para la variable peso fresco de la planta.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 117.33

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
1	66.9250 A
6	65.3500 A
9	63.9500 A
2	60.6750 A
4	60.2000 A
3	58.7000 A
7	58.1750 A
10	55.6500 A
8	51.3750 A
5	50.9000 A

CUADRO 12. comparación de medias para la variable peso seco de la planta.

Nivel de significancia = .05

DMS = 18.1614

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>
6	45.500 A
1	39.8750 AB
2	36.3000 AB
9	35.6750 AB
4	34.4750 AB
5	33.8000 AB
10	33.8000 AB
7	31.8000 AB
3	28.7500 AB
8	24.7250 B

CUADRO 13. Comparación de medias para la variable peso fresco de raíz.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 19.5045

TRATAMIENTO	MEDIA
6	5.8000 A
9	5.7500 A
2	5.7000 A
3	5.3250 A
5	5.3000 A
10	4.8000 A
4	4.7750 A
1	3.9250 A
7	3.8500 A
8	3.3750 A

CUADRO 14. Comparación de medias para la variable peso seco de raíz.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 2.4867

F V	GL	Gr./planta	N.frutos/planta	Peso promedio de fruto
Rep	3	356732.238	51.892	299.281
A	1	6916.91	11.025	37.249
E (a)	3	220854.89	19.425	83.841
B	4	817741.51 *	56.463 *	451.855
AB	4	200215.28	23.338	81.950
E (b)	24	1762731.75	24.533	233.620
CV		24.96%	28.76%	24.82%

CUADRO 15. análisis de varianza (Cuadrados medios) para las características de rendimiento en el experimento de tomate, saltillo, Coahuila.

**Nota.** \* significativo al 0.05 de probabilidad

\*\* significativo al 0.01 de probabilidad

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
6	1379.5750 A
5	1227.7250 AB
1	1221.3750 AB
7	1161.5250 ABC
10	1126.0250 ABC
3	1030.4500 ABC
8	1015.5250 ABC
4	946.3500 BC
2	937.7750 BC
9	812.5250 C

CUADRO 16. Comparación de medias para la variable gramos por planta.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 395.5325

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIAS</b>
6	23.7500 A
8	20.5000 AB
1	18.7500 AB
5	17.5000 AB
3	16.2500 B
7	15,7500 B
2	15.5000 B
4	15.5000 B
10	15.2500 B
9	13.5000 B

CUADRO 17. Comparación de medias para la variable numero de frutos por planta.

Nivel de significancia 0.05

DMS = 7.2274



<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
10	88.1250 A
7	81.4000 AB
5	81.0000 AB
9	72.6000 AB
2	72.2000 AB
4	71.2500 AB
1	70.7500 AB
6	69.2250 AB
3	67.9250 AB
8	61.4250 B

CUADRO 18. Comparación de medias para la variable peso promedio del fruto.

Nivel de significancia = 0.05

DMS= 26.6576

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Grados brlx</b>	<b>Firmeza con cáscara</b>	<b>Firmeza sin cáscara</b>	<b>Diámetro polar</b>	<b>Diámetro ecuatorial</b>
Rep	3	0.0029	0.474	1.911	0.154	0.293
A	1	0.025*	0.240	2.0939	0.072	0,056
E(a)	3	1.150	0.583	0.410	0.198	0.131
B	4	0.527	1.782	2.312	0.310	0.279
AB	4	0.128	0.520	1.147	0.027	0.008*
E(b)	24	0.539	0.952	0.924	0.181	0.409
CV		16.97%	17.47%	26.46%	9,48%	12.77%

CUADRO 19. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables de calidad en el experimento de tomate, saltillo, Coahuila.

Nota: \* significativo al 0.05 de probabilidad

\*\* significativo al 0.01 de probabilidad

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>
2	4.9000 A
6	4.5000 A
7	4.5000 A
1	4.4500 A
4	4.3000 A
10	4.3000 A
9	4.1000 A
8	4.1000 A
5	4.0500 A
3	4.0500 A

CUADRO 20. Comparación de medias para la variable grados brix.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 1.715

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
4	6.4000 A
9	6.3130 A
8	6.1750 A
2	5.5370 A
7	5.4500 A
10	5.3130 A
1	5.2500 A
5	5.2250 A
3	5.1250 A
6	5.0630 A

CUADRO 21. Comparación de medias para la variable firmeza con cáscara.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 1.440

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
8	4.7750 A
9	4.7000 AB
4	4.1880 ABC
5	3.4620 ABC
7	3.3870 ABC
6	3.3250 BC
1	3.2250 C
10	3.1260 C
3	3.0870 C
2	3.0630 C

CUADRO 22. Comparación de medias para la variable firmaza sin cáscara .

Nivel de significancia 0 0.05

DMS = 1.4029

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
10	4.7500 A
7	4.7250 AB
1	4.6000 AB
5	4.6000 AB
2	4.5250 AB
6	4.5250 AB
9	4.3750 AB
4	4.3750 AB
8	4.2750 AB
3	4.1250 B

CUADRO 23. Comparación de medias para la variable diámetro polar.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.6209

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>
6	5.2250 A
10	5.2250 A
1	5.1750 A
7	5.1000 A
5	5.1000 A
2	4.9750 A
9	4.9250 A
4	4.8250 A
3	4.7750 A
8	4.7500 A

CUADRO 24. Comparación de medias para la variable diámetro ecuatorial.

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 0.9334